



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

**ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY**

INSTITUTE OF AUTOMATION AND COMPUTER SCIENCE

**AUTOMATICKÝ STAVĚČ KUŽELEK – SEPARACE A  
TRANSPORT KUŽELEK**

NINEPIN BOWLING AUTOMATA – SEPARATION AND TRANSPORT OF SKITTLES

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Bc. Tomáš Nevoral**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**doc. Ing. Radomil Matoušek, Ph.D.**

**BRNO 2021**



# Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav automatizace a informatiky  
Student: **Bc. Tomáš Nevoral**  
Studijní program: Strojní inženýrství  
Studijní obor: Aplikovaná informatika a řízení  
Vedoucí práce: **doc. Ing. Radomil Matoušek, Ph.D.**  
Akademický rok: 2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

## **Automatický stavěč kuželek – separace a transport kuželek**

### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Ve spolupráci s WNBA je již na ÚAI realizován automatický stavěč kuželek. Toto velmi komplexní zařízení vyžaduje součinnost více oborů. Zájemci v konstrukčním ohledu budou realizovat některé mechanické části, zájemci z automatizace či elektro budou realizovat řízení automatických mechanismů. Jde o komplexní a týmovou práci, kde každý najde své místo.

### **Cíle diplomové práce:**

- Koncepční návrh konstrukce kompletní mechanické části stavěče kuželek.
- Komplexní konstrukční a technologický návrh shrnovače, horizontálního separátoru a vertikálního výtahu kuželek.
- Praktická realizace předchozího bodu.
- Návrh pohonů (AC) pro dva pásové dopravníky, případně shrnovač, vč. ovládání.

### **Seznam doporučené literatury:**

JOHN, Jiří, 2001. Bowling a kuželky. Praha: Grada. ISBN 80-247-9048-3.

MRŇÁK, Václav, 1961. Kuželky: příručky pro školení rozhodčích všech tříd. Praha: Sportovní a turistické nakladatelství. Učební texty (Sportovní a turistické nakladatelství).

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

---

doc. Ing. Radomil Matoušek, Ph.D.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty



## **ABSTRAKT**

Tato práce pojednává o konstrukčním návrhu bezprovázkového automatického stavěče kuželek pro kuželkářský sport. V první části této práce byl představen souhrn pravidel a technických norem důležitých pro konstrukci automatický stavěč kuželek ASK. Dále byl proveden průzkum trhu a ověření patentové nezávadnosti. Praktická část práce představuje koncept konstrukce automatu na stavění kuželek. Byl realizován kompletní konstrukční a technologický návrh shrnovače, horizontálního a vertikálního výtahu kuželek, včetně praktické realizace prototypu a návrh i odzkoušení pohonů pro uvedené části ASK.

## **ABSTRACT**

This thesis deals with the design of an automatic non-string pinsetter machine for nine-pin bowling. Firstly, a summary of rules and technical standards important for constructing an automatic pinsetter machine ASK was created. The next part of the thesis contains market research and verification of patent safety. Practical part of this thesis introduce conceptual design and construction of automatic pinsetter machine. Complete structural and technological design of the sweep wagon, horizontal and vertical elevator of skittles was realized, including the practical implementation of the prototype and the design and testing of drives for the mentioned parts of ASK.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Sport kuželky, automatický stavěč kuželek, ASK, Světová kuželkářská Asociace, WNBA

## **KEYWORDS**

Ninepin bowling, automated nine-skittles setter machine, automated pin setter machine, World Ninepin Bowling Association





ÚSTAV AUTOMATIZACE  
A INFORMATIKY



2021

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

NEVORAL, Tomáš. *Automatický stavěč kuželek – separace a transport kuželek*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automatizace a informatiky, 2021, 115 s. Diplomová práce. Vedoucí práce: doc. Ing. Radomil Matoušek, Ph.D.



## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato diplomová práce je mým původním dílem, vypracoval jsem ji samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury.

Jako autor uvedené práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků.

V Brně dne 21. 5. 2021

.....

Tomáš Nevoral



## PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat všem, kteří mi pomohli realizovat tuto diplomovou práci, jmenovitě vedoucímu práce doc. Ing. Radomilu Matouškovi, Ph.D., za konzultace a rady při navrhování. Rovněž bych chtěl poděkovat rodičům za podporu při studiu. Dále bych chtěl poděkovat panu Petru Bílkovi za jeho spolupráci. Mé poděkování patří také všem ostatním, kteří mi poskytli rady důležité pro samotnou realizaci této práce.





# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>KUŽELKÁŘSKÝ SPORT.....</b>	<b>17</b>
2.1	Pravidla kuželek .....	18
2.1.1	Disciplíny .....	18
2.2	Technické předpisy WNBA .....	19
2.2.1	Automatické stavěče kuželek.....	20
2.2.2	Kuželka .....	21
2.2.3	Rozestavení kuželek .....	22
2.2.4	Koule .....	23
2.2.5	Prostor kuželek .....	23
2.3	Vznik Bowlingu v Americe .....	25
2.3.1	Pravidla bowlingu a rozdíl v porovnání s kuželkami.....	25
2.3.2	Bowlingové bodování .....	27
<b>3</b>	<b>AUTOMATICKÉ STAVĚČE KUŽELEK „ASK“ .....</b>	<b>29</b>
3.1	Provázkové automatické stavěče kuželek.....	30
3.1.1	Popis funkcí provázkového ASK.....	30
3.2	Bezprovázkové automatické stavěče kuželek.....	31
3.2.1	Charakteristika základních komponent ASK .....	32
3.2.2	Brunswick A-2 .....	35
3.2.3	Brunswick GSX .....	37
3.2.4	Další používané automaty .....	38
3.3	Provázkové vs. bezprovázkové stavěče kuželek.....	39
3.4	Patentový průzkum .....	40
<b>4</b>	<b>KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ ASK .....</b>	<b>43</b>
4.1	Výkresové razítko .....	44
4.2	Rámová konstrukce .....	46
4.2.1	Vzniklé problémy a jejich řešení.....	47
4.3	Testovací dráha a bočnice s obložením .....	47
4.3.1	Vzniklé problémy a jejich řešení.....	47
4.4	Dopravníkový pás v dopadlišti kuželek .....	48
4.5	Kuželkový výtah .....	50
4.5.1	Vzniklé problémy a jejich řešení.....	52
4.6	Shrnovací deska .....	53
4.6.1	Vzniklé problémy a jejich řešení.....	54
4.7	Rozmístovací deska .....	55
4.8	Revolvérový zásobník .....	56
4.9	Dopravníkový pás do revolvérového zásobníku .....	57

4.10	Měření rychlosti hodu koule .....	58
4.11	Řídící schéma automatického stavěče kuželek .....	59
4.12	Řídící schéma asynchronního motoru pomocí frekvenčního měniče ....	61
4.13	Řídící schéma vypouštění kuželek na dráhu a doplňování kuželek z revolverového zásobníku .....	62
5	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>65</b>
6	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>67</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>71</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>73</b>
7	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>75</b>
A	Flowchart programu ASK .....	77
B	Houmovací sekvence .....	79
C	Hrací sekvence .....	81
D	Sestavový výkres dopravníkového pásu verze 1 .....	83
E	Sestavový výkres dopravníkového pásu verze 2 .....	85
F	Sestavový výkres kuželkového výtahu .....	91
G	Sestavový výkres shrnovací desky .....	95
H	Sestavový výkres rámu automatu.....	101
I	Rendrovaný obrázek současného ASK .....	103
J	Rendrovaný obrázek bočnic ASK.....	105
K	Rendrovaný obrázek shrnovací desky ASK.....	107
L	Rendrovaný obrázek kuželkového výtahu ASK.....	109
M	Rendrovaný obrázek dopravníkového pásu ASK .....	111
N	Rendrovaný obrázek testovací dráhy se senzory ASK .....	113
O	Rendrovaný obrázek revolverového zásobníku ASK .....	115

# 1 ÚVOD

Kuželky jako sport, tak jak ho známe dnes, se vyvíjely řadu let. Počátky této hry se datují do starověkého Egypta. Je to sport, který od hráče nevyžaduje velké fyzické predispozice, ale přesto hrát na profesionální úrovni se nepovede každému.

Kuželky se na světě vyskytují v různých podobách. Nejvíce celosvětově zpopularizovaná verze kuželek je bowling, i když tato vývojová větev je mladší než kuželky, o kterých tato práce pojednává. Podstatou hry kuželky je shodit co nejvíce kuželek na co nejméně hodů pomocí koule o váze 2,8 kg na vzdálenost 19,5 m.

Nezbytnou součástí kuželekáren je moderní vybavení. Tímto se dostáváme k tématu této diplomové práce. Práce je zaměřena na konstrukční návrh automatu na stavění kuželek. Postupně s dobou, jak se vyvíjel sport kuželky, tak se vyvíjelo i vybavení kuželekáren. Zprvu se stavěly kuželky ručně a starali se o to tzv. „pinboys“, poté došlo k částečné mechanizaci díky níž, se upustilo od ručního stavění, ale pořád bylo potřeba člověka na naplnění zásobníků na kuželky, které se pomocí pákového mechanismu postavily na hrací plochu. S rostoucím technologickým pokrokem se vyvinuly strunové stavěče kuželek, které se používají dodnes. Bohužel tento upgrade s sebou přinesl i pár problémů, které ovlivňují čistý průběh hry.

Jak již bylo řečeno, tato diplomová práce se zabývá konstrukčním návrhem automatu na stavění kuželek bez použití strun a jeho fyzickou realizací v univerzitní dílně. Návrh automatu vychází z koncepčního návrhu, který byl mnou realizován již jako bakalářská práce zde na ústavu automatizace a informatiky před dvěma lety. Pro návrh automatu byly využity moderní metody na realizaci 3D modelu spolu s výkresovou dokumentací a se simulacemi pohybu určitých částí automatu.

Práce začíná stručným historickým okénkem do hry kuželky, jejího vzniku, vývoje, druhu a popularizace. Poté následuje přehled technických specifikací heren a drah, které bylo potřeba zohlednit při návrhu automatu. Práce obsahuje i patentový průzkum a popis různých řešení automatických stavěčů kuželek využívaných v bowlingářském sportu, jejich základní rozbor a výhody/nevýhody. V poslední kapitole je popsán vlastní automat, jeho jednotlivé komponenty a jejich konstrukční řešení.



Obr. 1: Logo WNBA [1]



## 2 KUŽELKÁŘSKÝ SPORT

První oficiální zmínka o hře kuželky se objevila na expedici britského egyptologa Sira Williama Matthewa Flinderse Petria. Byly objeveny artefakty mladého chlapce: kamenná koule pravděpodobně obloukem vržena na devět kusů kamene. V průběhu staletí se hra kuželky v různých formách vyskytuje napříč kulturami po celé Evropě. Starověcí Řekové měli hru, ve které bylo cílem hodit kámen co nejbližší k ostatním kamenům. Z této verze se časem vyvinula hra Bocce, která je blízké příbuzná francouzské hře *pétanque*.

Kuželky se hrály v různých zemích v různých podobách. První známý národní sportovní svaz sdružující kuželkářské kluby byl založen v německých Drážďanech v roce 1885. V roce 1926 byla ve Stockholmu založena mezinárodní kuželkářská organizace International Bowling Association (IBA). K založení československého kuželkářského sportu došlo 11. března 1937.[2]

„Základy národního organizování kuželkářských soutěží na našem území byly položeny vznikem Asociace československého sportu kuželkářského (AČSK) v roce 1937. Československé členství ve FIQ se datuje od roku 1953. V současnosti je národním ústředím kuželkářských klubů Českomoravský kuželkářský svaz, který je součástí České kuželkářské a bowlingové federace.“[3]

Fédération Internationale des Quilleurs (FIQ) sídlí v Manile, hlavním městě Filipín. K roku 2006 se k ní celkově hlásilo 126 národních svazů. Skládá se ze dvou asociací, a to pro bowling a kuželky. V angličtině výraz pro bowling zahrnuje i kuželky, proto se rozlišují jako „tenpin“ bowling a „ninepin“ bowling (kuželky). Kuželky zajišťuje World Ninepin Bowling Association (WNBA). WNBA sdružuje 24 národních svazů a MS v kužkách jsou pořádána ve dvouletých cyklech. V Česku o kuželky pečuje Česká kuželkářská asociace (ČKA), jejich logo viz na obr. 2. Začátkem roku 2006 vykazovaly obě sekce společně 11 324 členů, z toho 9 865 dospělých (7 805 mužů, 2 060 žen). Dohromady 358 klubů.[4]



Obr. 2: Logo ČKA [5]

## 2.1 Pravidla kuželek

Ve všech disciplínách představuje každá regulérně poražená kuželka jeden bod. Výkon hráče je dán součtem všech dosažených bodů. Při všech soutěžích je hrací doba pro daný počet hodů stanovena níže uvedenou tab. 1. [6]

Tab. 1: Hrací doba[7]

Počet hodů	50	40	30	20
Hrací doba	20 minut	16 minut	12 minut	8 minut

Ne každá shozená kuželka je ovšem bod pro hráče. Záleží na mnoha faktorech, které se musí vzít v úvahu a rozlišovat. Kuželky mohou být poraženy řádným způsobem:

- Přímo koulí.
- Nárazem jedné kuželky do druhé.
- Závěsnou šnůrkou jiné kuželky.

Kuželky mohou být poraženy neregulérním způsobem:

- Kuželky poražené koulí odraženou od bočního mantinelu.
- Kuželky poražené koulí od zadní stěny.
- Kuželky poražené v době, kdy automatický systém detekce spadlých kuželek nebyl připraven ke hře.
- Kuželky poražené částmi automatického stavěče na kuželky (bezšňůrkové stavěče kuželek).

Hráč se při hodu nesmí dotknout země rukou nebo kolenem. Koule se musí valit po zemi od začátku hrací plochy. Nejbližší kuželka k hráči musí být vzdálena 19,5 m od začátku hracího pole. Koule nesmí narazit do mantinelů nebo žlábků.[7]

### 2.1.1 Disciplíny

V kuželkářském sportu se používají tyto disciplíny:

**Plné** — hráč hází každým hodem do plného stavu devíti kuželek;

**Dorážková** — hráč po prvním hodu do plných doráží dalšími hody kuželky, které zůstaly stát, po jejich doražení se celý způsob opakuje;

**Sdružená** — hráč hází polovinu hodů do plných a polovinu hodů v dorážkové (dále jen „hs“).[7]

- Sdružená disciplína 200 hs se hraje přes čtyři dráhy. Hráč hraje na každé dráze nejprve 25 hodů do plných a pak 25 hodů do dorážkových.
- Sdružená disciplína 120 hs se hraje přes čtyři dráhy. Hráč hraje na každé dráze nejprve 15 hodů do plných a pak 15 hodů do dodorážkových.

- Sdružená disciplína 100 hs se hraje přes dvě dráhy. Hráč hraje na každé dráze nejprve 25 hodů do plných a pak 25 hodů do dorážkových.
- Sdružená disciplína 60 hs se hraje přes dvě dráhy. Hráč hraje na každé dráze nejprve 15 hodů do plných a pak 15 hodů do dorážkových.
- Sdružená disciplína 40 hs se hraje na jedné dráze. Hráč hraje na každé dráze nejprve 20 hodů do plných a pak 20 hodů do dorážkových.
- Sdružená disciplína 30 hs se hraje na jedné dráze. Hráč hraje na každé dráze nejprve 15 hodů do plných a pak 15 hodů do dorážkových.
- Sdružená disciplína 20 hs se hraje na jedné dráze. Hráč hraje na každé dráze nejprve 10 hodů do plných a pak 10 hodů do dorážkových.

Jednotlivé sdružené disciplíny jde vhodně kombinovat, disciplíny hrané přes čtyři dráhy lze odehrát i na dvou dráhách.[7]

## 2.2 Technické předpisy WNBA

Technické předpisy WNBA jsou závazné bez výjimky pro všechny mezinárodní soutěže konané v působnosti FIQ/WNBA sekce klasik a jsou závazné také pro všechny národní kuželkářské svazy sdružené v FIQ.[8]

Sportovní kuželna musí mít nejméně 4 dráhy, které svou konstrukcí a provedením musí být stejné. V rámci jedné hrací jednotky smí být použity automatické stavěče kuželek pouze jednoho typu. Dráhy musí být řazeny vedle sebe a nacházet se ve stejné rovině. Nemají být od sebe odděleny stěnami. Dráhy se číslovají zleva doprava. Minimální požadovaná délka prostoru pro vestavbu drah sekce klasik je 30,00 m (6,50 + 19,50 + 1,00 + 0,25 + 0,60 + prostor pro zapisování cca. 2,00 m). Uvedená délka zahrnuje stavební délku drah a prostor pro pulty zapisovatele/obsluhy a místo pro sportovní funkcionáře.[7]

Tab. 2: Minimální požadovaná šířka prostoru pro vestavbu drah[7]

Počet drah	Každá dráha s vlastním sběhem koulí	Vždy dvě dráhy se společným sběhem koulí
<i>Pro 4 dráhy</i>	9,00 m + <b>1 m</b>	8,00 m + <b>0,5 m</b>
<i>Pro 6 dráhy</i>	13,50 m + <b>1 m</b>	12,00 m + <b>1 m</b>
<i>Pro 8 dráhy</i>	18,00 m + <b>1 m</b>	16,00 m + <b>1 m</b>

Pokud je to možné, měla by být šířka větší, než je uvedeno v tab. 2, aby byl zachován přístup do prostoru ASK. Dodatečně nechť je vlevo a vpravo od drah ještě k dispozici 0,5 metru místa.[7]

### 2.2.1 Automatické stavěče kuželek

Pro sportovní provoz/soutěže smějí být kuželny vybaveny pouze ASK schválenými WNBA. Může se jednat o šňůrové i bezšňůrové. ASK musí splňovat následující podmínky:

- Musí být schopný nastavit tyto režimy provozu:
  - Hra do plných.
  - Dorážková hra s možností oprav.
  - Hra do sestav s možností oprav.
  - Možnost opravy při neplatném hodu.
  - Možnost opravy při hodu do mantinelu.
- Jeho mechanická stavba a konstrukce musí odpovídat potřebám hraní kuželníkářského sportu.
- V zásadě musí být zaručen trvalý bezporuchový provoz.
- Odehrání série 20 hodů (do plných i sdružených) musí být možné během 6 minut.
- Odehrání série 30 hodů (do plných i sdružených) musí být možné během 9 minut.
- Odehrání série 50 hodů (do plných i sdružených) musí být možné během 15 minut.
- Po sražení kuželek musí být proces stavění kuželek zastaven na dobu čtyř sekund. Za tuto dobu musí být všechny poražené kuželky zaznamenány. Kuželky spadlé po limitu již nesmí být zaznamenány.
- Při otevření čelní stěny se ASK musí automaticky vypnout.
- Musí být k dispozici bezpečnostní vypínač, kterým je možné ASK vypnout. Kromě toho musí existovat v prostoru kuželek vypínač, kterým lze vypnout motor na stavění kuželek.
- Optické a akustické signály, jakými ASK reaguje na poražené sestavy kuželek, musí být vypínatelné.
- Výtah je součástí ASK a musí fungovat nezávisle na něm.
- Podavač koulí musí fungovat bezchybně.

Pro strunové ASK platí ještě další řada pravidel, ale jenom jediné je zároveň důležité pro bezšňůrkové ASK. Světla výška mezi základní deskou, na které kuželky stojí a jejich uklidňovačem musí být  $(750 \pm 20)$  mm.[7]

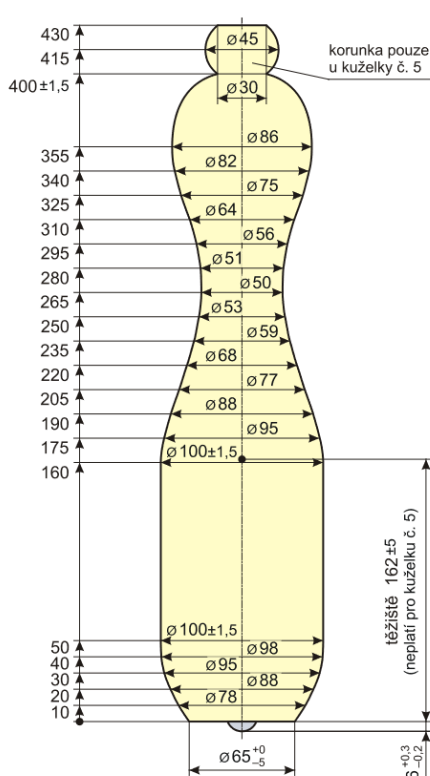


## 2.2.2 Kuželka

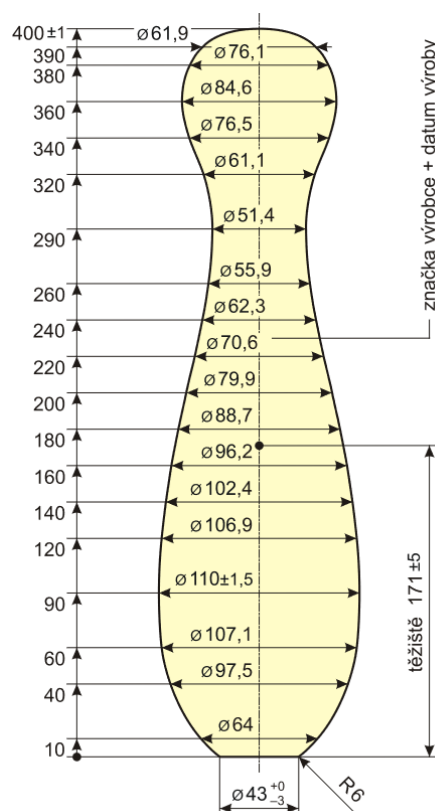
Pro sportovní soutěže smí být používány pouze kuželky schválené WNBA. Momentálně existují 2 typy kuželek. Preferovány jsou kuželky nového typu označované „NF“ z německého „NeueForm“. Starý typ kuželek je speciální v tom, že zde bylo 8 kuželek stejného typu a poté jeden král (kuželka s korunkou), viz vzhled na obr. 3.

Kuželka NF z umělé hmoty musí splňovat několik konstrukčních norem daných WNBA.

- Sada obsahuje všech 9 kuželek stejného typu, není zde král.
- V jedné sadě musí být kuželky stejného typu a váhový rozdíl mezi nejtěžší a nejlehčí v dané sadě musí být menší jak 30 gramů.
- Každý rozměr vyznačený na obr. 4 a obr. 3 musí být v toleranci  $\pm 1,5$  mm.
- Hmotnost kuželek nového tvaru musí být 1660 g.
- Kuželky smí být pouze jednoho typu v sadě, buď kuželky NF se středící kuličkou nebo bez středící kuličky, nebo kuželky (tradičního tvaru). Smíchání není povoleno.
- Při oficiálních akcích (liga, turnaje, mistrovství atd.) smí být v místě konání použit jen jeden tvar kuželky (resp. výrobek).[8]



Obr. 3: Kuželka král [8]



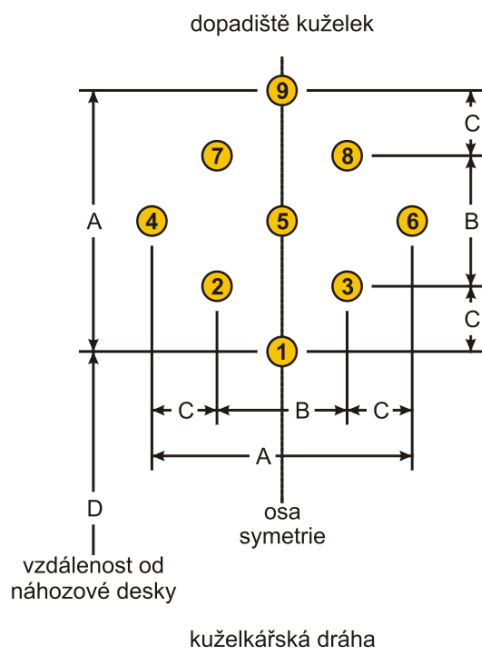
Obr. 4: Kuželka typu NF [8]

### 2.2.3 Rozestavení kuželek

Uspořádání kuželek je nezávislé na provedení ložiskového kříže a je takové, jak je následně předepsáno:

- Středů ložisek kuželek se musí nacházet ve středu, ve 4 rohových bodech a ve 4 dělicích bodech stran čtverce (viz obr. 5).
- Úhlopříčka tohoto čtverce má délku  $(1000 \pm 2)$  mm.
- Čtverec musí být uložen tak, že jedna jeho úhlopříčka leží na ose souměrnosti dráhy.
- Vzdálenost rohového bodu obráceného k hracímu prostoru od náhozové desky je pro sekci klasik předepsána takto:  $(19500 \pm 50)$  mm.
- Kuželka 5 musí stát vždy uprostřed tohoto čtverce.[8]

Uspořádání kuželek a jejich označení ukazuje obr. 5. Přesné postavení kuželek je zajištěno zabudovanými ložisky. Postavení mimo zabráňuje odpružená středící kuželka. Ložiska musí být zabudována do dráhy tak, aby to odpovídalo geometrickému uspořádání, které je znázorněno na obr. 5. [8]



*Míry a tolerance:*

A =  $(1000 \pm 2)$  mm

B = 500 mm

C = 250 mm

D =  $(19500 \pm 50)$  mm ... pro sekci klasik

*Označení kuželek:*

č. 1 – první kuželka (přední roh)

č. 2 – levá přední dáma

č. 3 – pravá přední dáma

č. 4 – levý sedlák (levý roh)

č. 5 – král

č. 6 – pravý sedlák (pravý roh)

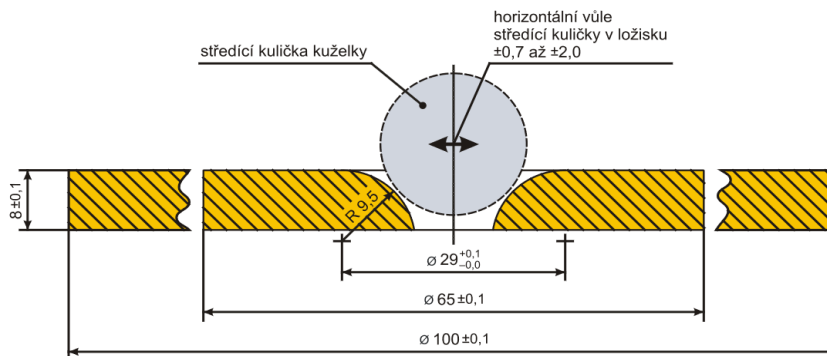
č. 7 – levá zadní dáma

č. 8 – pravá zadní dáma

č. 9 – poslední kuželka (zadní roh)

Obr. 5: Pozice jednotlivých kuželek [8]

Předepsaný tvar ložiska kuželek a jeho rozměry jsou uvedeny na obr. 6. Povoleny jsou ložiska kuželek z oceli nebo umělé hmoty. Nesmí mít na horní straně ostré hrany a musí být pevně ukotvena do povrchu ložiskového kříže.



Obr. 6: Uložení pro kuličku [8]

### 2.2.4 Koule

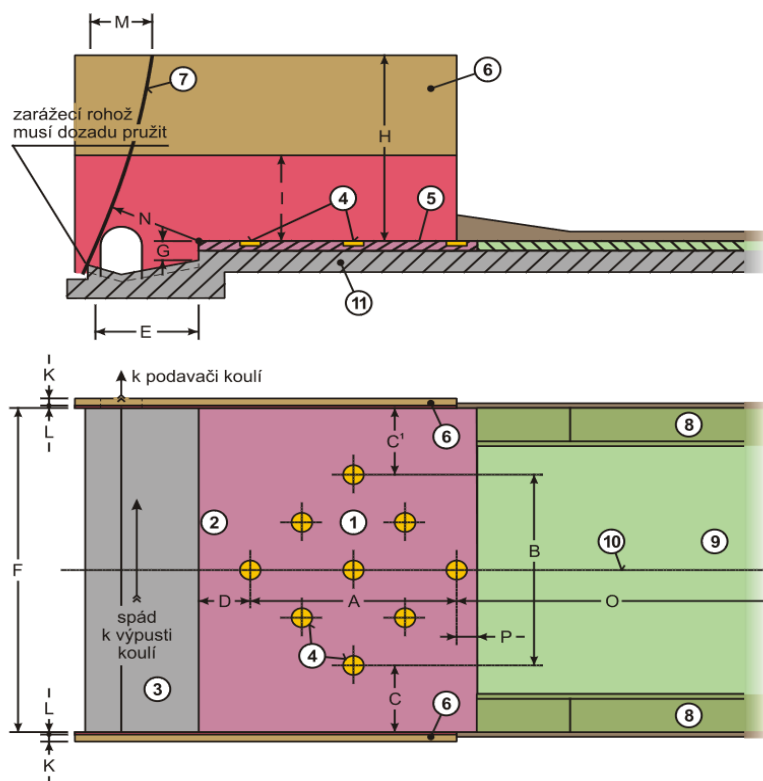
Pro sportovní provoz/soutěže mohou být použity jen koule, které jsou schváleny WNBA. Hmotnost koule musí být pro sekci klasik v rozmezí  $(2818 \div 2871)$  gramů a průměr koule 160 mm s tolerancí sférovitosti 0,5 mm. Povrch koule musí být na omak vhodný, nesmí v ruce klouzat. Barevné provedení koulí nepodléhá žádné regulaci s výjimkou národních barev. Všechny koule musí být označeny logem výrobce o maximální velikosti  $400 \text{ mm}^2$ . Toto logo musí být trvale viditelné a nesmí z něj odpadávat části barvy.[8]



Obr. 7: Koule na kuželky [9]

### 2.2.5 Prostor kuželek

Tvar a rozměry dopadliště, stejně jako povolené tolerance, se nachází na obr. 8. Rozestavění kuželek bylo popsáno na obr. 5. Uprostřed stanoviště kuželek je umístěn kříž kuželek tak, že horní strana ložisek pro kuželky je viditelná a je na stejné úrovni s povrchem dráhy. Kříž kuželek se skládá ze stabilního ocelového rámu, na kterém jsou ložiska našroubována. Konstrukce kříže musí být zhotovena tak, aby se ložiska na kuželky dala jednoduše a bez větších nákladů vyměnit, dále musí být konstrukce uchycena pevně k podkladu. Za prostorem kuželek se nachází dopadliště kuželek, v němž skončí veškeré kuželky, které budou shrnuty z dráhy shrnovačem. [8]



Obr. 8: Prostor kuželek [8]

Popis jednotlivých částí:

- |   |                           |    |                               |
|---|---------------------------|----|-------------------------------|
| 1 | stanoviště kuželek        | 7  | zarážecí rohož                |
| 2 | konec prostoru kuželek    | 8  | boční žlábký pro chybné hody  |
| 3 | dopadliště kuželek        | 9  | dráha                         |
| 4 | ložiska kuželek           | 10 | osa dráhy                     |
| 5 | deska kříže               | 11 | základ dráhy(velice stabilní) |
| 6 | odrazové stěny s obkladem |    |                               |

Rozměry a tolerance:

- |                |                |   |                                    |
|----------------|----------------|---|------------------------------------|
| A              | (1000 ± 2) mm  | H | minimálně 950 mm                   |
| B              | (1000 ± 2) mm  | I | minimálně 450 mm                   |
| C              | (350 ± 5) mm   | K | 22 až 40 mm                        |
| C <sup>1</sup> | (350 ± 5) mm   | L | maximálně 5 mm (tloušťka obložení) |
| D              | (250 ± 20) mm  | M | 100 až 400 mm (sklon 5° až 20°)    |
| E              | (500 ± 50) mm  | N | větší jak kuželka č. 5             |
| F              | (1700 ± 10) mm | O | (19500 ± 50) mm                    |
| G              | 80 až 250 mm   | P | až (100 ± 10) mm                   |

Toto jsou veškeré technické parametry, které musíme dodržet při konstrukci ASK. K nim dále náleží výškové omezení maximálně 2 m nad hrací deskou a délka stroje nepřilíš větší, než jsou rozměry strunových automatů v kuželkářských hernách, což odpovídá pravidlu minimálně 2 m.[8]

## 2.3 Vznik Bowlingu v Americe

Na začátku 19. století byl velký nárůst nových přistěhovalců z Evropy, kteří byli na útěku před politickým nebo náboženským hnutím v jejich rodné vlasti. Mnozí s sebou přinesli lásku k bowlingu, který hráli ve své rodné zemi, a to v mnoha verzích. Kuželky patřily mezi nejpoblárnější verzi v zámoří, a to se nezměnilo ani po příchodu do Ameriky. Bohužel našli se zde i lidé, kteří bowling nenáviděli, a proto byl bowling prohlášen za hazardní hru. Connecticut šel až tak daleko, že bowling zakázal. Hlavním důvodem zákazu bylo to, že k hraní kuželek patřilo požívání alkoholu a sázení na vítěze. Z důvodu prohibice se zákonodárci rozhodli předejít shromažďování a prohlásili hru za hazardní. Nějaký čas po tomto nesmyslném zákonu lidé přišli s klíčkovou jak obejít zákaz, a to tím, že přidali „desátou“ kuželku do hry a tím obešli nařízení. Změnilo se rozestavení kuželek, velikost koule a pravidla hry. Tím přišla na svět hra bowling, pravidla byla změněna tak, aby se vyhnuli sporu u soudu, protože v zákoně bylo přesně definováno, jak vypadá hra kuželky. Tyto změny změnily hru pouze natolik, aby se podle zákonné definice bowling nepovažoval za kuželky. Bowling přilákal do heren i ženy, a díky tomu se z bowlingu stala méně alkoholická hra a více hra tak, jak ji známe nyní. [4]

### 2.3.1 Pravidla bowlingu a rozdíl v porovnání s kuželkami

Bowling tvoří deset ucelených částí, které nazýváme „frame“ (vyslovujeme „frejm“). Maximální počet bodů získaných v bowlingu je 300 při zahrání na 12 hodů samými striky (vyslovujeme „straik“). V každém z prvních devíti framů má hráč dva hody, pokud nehodí strike, což je shození všech kuželek v prvním hodu. V desátém framu má hráč k dispozici tři hody tehdy, pokud dosáhne v prvních dvou hodech strike nebo spare (tzv. dohoz), což je shození všech kuželek na dva hody. Každý hráč na dráze musí odehrát vždy kompletní frame podle daného pořadí, ve kterém se hraje. Hráči se střídají po každém framu, což je rozdíl oproti kuželkám, kdy každý hráč odehraje všechny hody a je pak na řadě další. Toto je jedna z věcí, kterou zpopularizovali bowling oproti kuželkám, protože je to více akční a nejsou zde dlouhé prostoje mezi tím, kdy se hází a kdy se čeká na ostatní. Střídání po každém framu podporuje soutěživost a dělá hru více napínavou. [10]

Počítání bodů za shozené kuželky v bowlingu je rozdílné od počítání bodů v kuželkách. V kuželkách spadlá kuželka znamená jeden bod. V bowlingu je počet bodů za spadlé kuželky na předchozích framech. Příklad bodování je ukázán v obr. 10 v kapitole 2.3.2. Bodování je zapisováno do tabulek, kde pro každý frame jsou levé a pravé pole pro vyplnění počtu shozených kuželek v daném hodě a podtím je bodové ohodnocení vašich hodů. Při striku se zapíše do levého pole „X“ a pravé se nechá volné. Pro spare se do levého políčka zapíše počet shozených kuželek a do pravého „/“ značící, že se dohodil zbytek stojících kuželek. Při obyčejném hodu se výsledek prvního hodu zapíše do levého pole a výsledek druhého hodu do pravého pole. Pokud není v druhém hodu v příslušném framu poražena žádná ze stojících kuželek, zapíše se do výsledkové tabulky znaménko „-“ (mínus). Ihned se též zaznamená součet obou hodů daného framu.[10]

Pro bowling bylo vytvořeno nové rozestavení kuželek, aby se vyhnuli prohibičnímu zákonu v Americe. Hraje se s 10 kuželkami postavenými do rovnoramenného trojúhelníku. Jak je na obr. 9.[10]



Obr. 9: Bowlingové označení kuželek [11]

Další velký rozdíl mezi kuželkami a bowlingem je ve vlastnostech dráhy. V bowlingu je poslední úsek před kuželkami navoskovaný jiným voskem, kvůli zvýšení tření. To způsobí, že při hodu koule s „falší“ je možné změnit trajektorii koule na tomto úseku. To v kuželkách není možné. První důvod je, že dráha na to není uzpůsobena. Dalším důvodem je nevýhodnost pro kuželky kvůli jejich rozestavení. Důvod, proč v kuželkách nehází koule s falší, je ten, že se to obtížně realizuje, když nejsou v kouli díry pro prsty. Poslední důvod, proč se to nedělá, je kvůli tomu, že v kuželkách musí koule jet po dráze od začátku, na rozdíl od bowlingu, kde koule může ležet vzduchem nějakou dobu, což je výhodné pro rotaci, protože se nezpomalí díky tření a bude se protáčet na kratším úseku dráhy, tudíž bude mít na konci více energie a díky tomu zatočí o ostřejší úhel v poslední části dráhy. [10]

### 2.3.2 Bowlingové bodování

Jak už bylo zmíněno, bodování v bowlingu je založeno na tom, jestli jste nezahráli nějaké striky nebo spary. Při framu, ve kterém se vám nepovedlo shodit všechny kuželky ve dvou hodech, se vám přičte tolik bodů, kolik je spadlých kuželek a „N = 2“.

**Strike** — Při shození všech 10 kuželek na jeden hod dostane daný frame 10 bodů + bonus padlých kuželek ve dvou dalších hodech a „N = 3“. Toto se netýká 2. a 3. hodu ve framu 10, za který už další hody nedostanete.

**Spare** — Při shození všech 10 kuželek na dva hody dostane daný frame 10 bodů + bonus padlých kuželek v dalším hodu a „N = 3“. Toto se netýká 3. hodu ve framu 10, za který už další hody nedostanete.

$$Frame_i = Frame_{i-1} + \sum_{k=1}^N hod_k \quad (1)$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X	X	X	7 /	7 2	X	X	3 /	8 1	X 3 /
30	57	77	94	103	126	146	164	173	193

Obr. 10: Ukázková hra na bodování

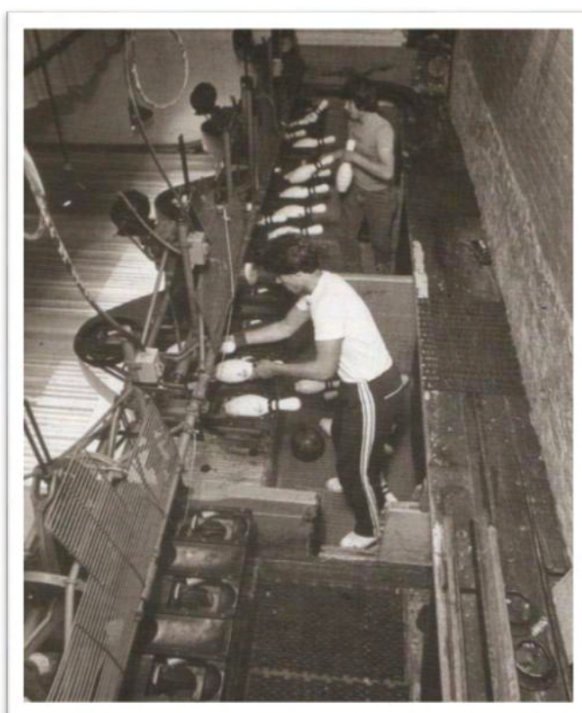
Frame 1) = 0 + (10 + 10 + 10) -> 30 bodů; pro N = 3  
 Frame 2) = 30 + (10 + 10 + 7) -> 57 bodů; pro N = 3  
 Frame 3) = 57 + (10 + 7 + 3) -> 77 bodů; pro N = 3  
 Frame 4) = 77 + (7 + 3 + 7) -> 94 bodů; pro N = 3  
 Frame 5) = 94 + (7 + 2) -> 103 bodů; pro N = 2  
 Frame 6) = 103 + (10 + 10 + 3) -> 126 bodů; pro N = 3  
 Frame 7) = 126 + (10 + 3 + 7) -> 146 bodů; pro N = 3  
 Frame 8) = 146 + (3 + 7 + 8) -> 164 bodů; pro N = 3  
 Frame 9) = 164 + (8 + 1) -> 173 bodů; pro N = 2  
 Frame 10) = 173 + (10 + 3 + 7) -> 193 bodů; pro N = 3





### 3 AUTOMATICKÉ STAVĚČE KUŽELEK „ASK“

Automatické stavěče kuželek se začaly používat od roku 1950. V této době to nebyly plně autonomní stavěče kuželek, ale tzv. „pinboys“ kteří pouze dávali kuželky do zásobníku a nestavěli je přímo na dráhu. Bylo zde i samostatné návratové zařízení pro kouli, což také odpadlo „pinboys“ z popisu práce, automat je na obr. 11. První firma, jenž vyráběla tyto stavěče na kuželky, se jmenovala AMF a dodnes patří mezi přední dodavatele vybavení do bowlingových heren. [4]



Obr. 11: ASK z roku 1950 [4]

Vývoj automatických stavěčů kuželek pokračoval dál a postupně tyto stroje zdokonaloval, až mohly „pinboys“ úplně vyškrtnout z rovnice. Šlo se dvěma cestami. Nejprve se vyvinuly bezprovázkové stavěče kuželek, skvělým příkladem je ASK od firmy Brunswick A2. Tyto stroje byly obrovské a jejich pořizovací cena byla vysoká, což vedlo k vývoji provázkových stavěčů kuželek. Provázkové stavěče mají velkou výhodu, a tou je pořizovací cena a velikost, díky čemuž na trhu málem zanikly bezprovázkové ASK. Provázkové stavěče kuželek s sebou přinesly i několik nevýhod. Kuželky se zamotávaly do sebe a bylo potřeba je následně rozmotat. Hlavní důvod, proč plně nenahradily bezprovázkové ASK spočíval v tom, že kuželka mohla shodit jinou kuželku bez toho, aby se dotkla těla jiné kuželky. Stávalo se to díky provázku, který zavadí o kuželku a který ji strhne. [4]

### 3.1 Provázkové automatické stavěče kuželek

Provázkové stavěče fungují na jednoduchém mechanismu. Kuželka je přes temeno hlavy uchycena na provázku. Pomocí provázku jsou kuželky spouštěny na dráhu. Celý stroj je ovládaný jedním elektromotorem, který navíjí provázky s kuželkami. Aby se docílilo spouštění kuželek ve správných kombinacích, nachází se zde brzda na každém provázku, viz obr. 13, která vypouští jenom ty kuželky, které mají zrovna stát na dráze. Další podstatnou částí stroje je tzv. „uklidňovač“, který by se dal popsat jako trychtýř. Je to součást tvarovaná na tvar hlavy kuželky s dírou ve středu na provázek. Kuželka se do těchto tubusů zvedne a napnutím provázku dojde k uklidnění veškerého pohybu kuželky. Dobře viditelný tubus je na obr. 12.



Obr. 12: Provázkový ASK [12]



Obr. 13: Brzdová část ASK [6]

Spadlé kuželky jsou zaznamenávány pomocí senzorů, které jsou součástí brzdy. Každý provázek je předeprnut silou maximálně 60 g. K vyhodnocení spadlé kuželky dojde při povytažení provázku o 10 cm.

#### 3.1.1 Popis funkcí provázkového ASK

Stroje mají několik speciálních režimů, které neslouží ke hře samotné. Jsou zde proto, aby byl stroj více autonomní a v případě problému ho zkusil vyřešit.

**Program na rozmotání kuželek** — Program se aktivuje v případě, že na senzorech umístěných u brzd na provázky se překročí určitý threshold odporu provázku vůči navíjení, a to je vyhodnoceno jako zamotání kuželek do sebe. Poté program postupuje následovně: na okamžik se povolí brzdy a kuželky se nechají spadnout o 20 až 30 cm. Poté brzda opět naplno zabrzdí. Setrvačná energie vzniklá při pádu způsobí při zastavení pohyb kuželek, přičemž může dojít k rozmotání. Tento způsob rozmotání se opakuje podle výroby 2x až 3x. Pokud nedojde k rozmotání, tak pro-

gram dojde do části, kdy nechá kuželky spadnout na dráhu, provázky nechá úplně navolno. Poté začne znovu navíjet. Pokud ani toto nezabere, spustí se od znova celý program. Každý výrobce to má jiné, ale v tomto kroku už je vyslána error zpráva k obsluze, že něco není v pořádku.

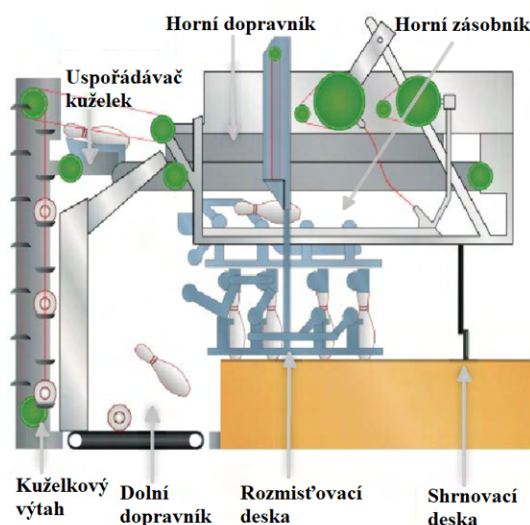
Automat musí být vybaven i programy na různé typy hry kuželky. Všechny tyto typy a parametry, co musí automat zvládat, se nachází v kapitole 2.2.1.

**Kalibrační program** — Tento program slouží při instalaci nového automatu do herny před jeho prvním spuštěním, nebo v případě výměny provázků na automatu. Po uchycení kuželek k provázku a nastavení přibližné délky provázku, aby splňovala technické předpisy WNBA, se nastavuje napnutí provázku při stojící kuželce. Síla v provázku musí být maximálně 60 g, takže dostáváme hodnoty z jednotlivých senzorů a dotahujeme nebo povolujeme jednotlivé provázky.

Většina komerčně prodávaných provázkových automatů přichází spolu s různými komerčně zajímavými způsoby hry. Protože tyto stavěče nejsou určeny jenom pro komerční používání, ale také pro profesionální hru, nabízí také programy tréninkového charakteru, např. postavení obtížných situací, které jdou při správném hodu zahrát, ale míra obtížnosti je zde dosti vysoká.

### 3.2 Bezprovázkové automatické stavěče kuželek

Bezprovázkové stavěče kuželek se vyznačují svou mechanickou náročností. Každý výrobce má rozdílné řešení různých klíčových komponent, viz obr. 14. Časem se ukázalo, že bezprovázkové stavěče jsou složeny z šesti hlavních komponent. Patří sem shrnovací deska, rozmisťovací deska, horní zásobník, horní dopravník, kuželkový výtah, spodní dopravník.



Obr. 14: Schématický obrázek ASK [6]

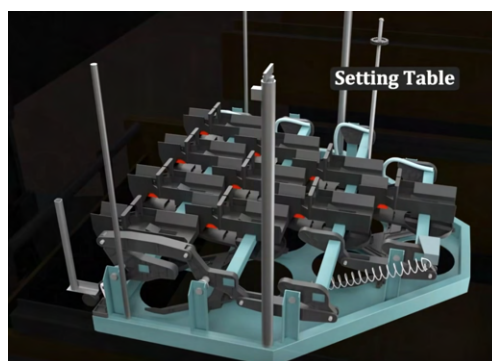
### 3.2.1 Charakteristika základních komponent ASK

**Shrnovací deska** — Slouží na shrnování spadlých a nadále přebytečných kuželek z dráhy po zaznamenání počtu spadlých kuželek po hodu. Shrnovadlo je spuštěno na dráhu sekundu poté, co projede koule kolem infrared brány měřící rychlost pohybu koule. Poté čeká, než uplyne doba čtyř sekund po projetí brány, po které jsou spadlé kuželky zaznamenávány jako body. Následně začne shrnovací proces, při kterém shrnovadlo shrne veškeré kuželky do prostoru dopadliště kuželek. Poté se shrnovadlo vrátí do výchozí spuštěné polohy a čeká se na postavení nové sady kuželek na dráhu. Shrnovadlo zde slouží jako štít před příliš brzkým hodem koule do kuželek. Zabrání tak poškození více křehkých částí stroje.



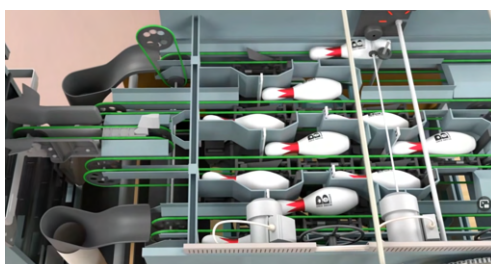
Obr. 15: Shrnovací deska [13]

**Rozmístovací deska** Slouží k přesnému postavení kuželek na dráhu v přesně definovaných pozicích. Po shrnutí kuželek z dráhy se spustí o 75 cm níže na dráhu a vypustí kuželky, které by měly být vypuštěny. Poté se znovu zvedne o 75 cm a proběhne doplnění volných pozic z horního zásobníku. V rozmístovací desce od některých výrobců bývá mechanismus kleští na uchopení neshozené kuželky. Neshozené kuželky uchycené v kleštích se zvednou nad shrnovač, aby mohl pod nimi projet a shrnout spadlé kuželky do dopadliště kuželek. Po projetí shrnovače se znovu postaví uchycené kuželky na jejich místo a zvedne se zpět nahoru, aby byl 75 cm nad dráhou.



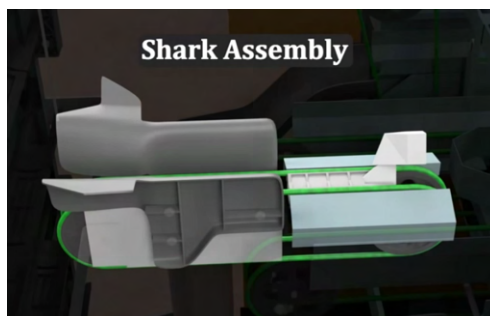
Obr. 16: Rozmístovací deska [13]

**Horní zásobník** — Zde se postupně ukládá nová sada kuželek, zatímco jiná sada kuželek je postavena na dráze, nebo už čeká na vypuštění v rozmisťovací desce. Horní zásobník ve většině ASK slouží zároveň k tomu, aby rozmístil kuželky do stavčího paternu a po vypuštění všechny dopadly na pozici v rozmisťovací desce, která je pro ně určená. V některých ASK je to revolverový zásobník, v jiných zase mechanická vačka směřující a řídící pohyb dopravníku na dané pozice, které chceme. Některé mají systém dopravníků doplňujících jednotlivé pozice tím, že kuželka jede pomocí dopravníků na danou pozici, viz obr. 17. Po naplnění zásobníku dojde k vypuštění kuželek do rozmisťovací desky a cyklus pokračuje od znova.



Obr. 17: Dopravníkový zásobník [13]

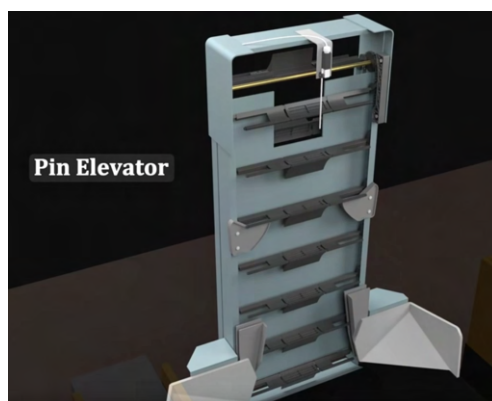
**Horní dopravník** — U této komponenty závisí na tom, jak je postaven koncepně automat. Hlavní účel tohoto dopravníku je doručení kuželky od kužellového výtahu do horního zásobníku, což se liší pro různé typy zásobníků. Pro revolverový zásobník je potřeba obyčejný dopravník na překlenutí vzdálenosti mezi kužellovým výtahem a zásobníkem. Zásobník plní se pomocí dopravníkového systému je mnohem komplexnější proto, aby pokryl všechny pozice. Pro plnění pomocí vačky musí být dopravník schopen měnit koncovou polohu dopravníku ve dvou vodorovných na sebe kolmých osách. Každý dopravník na svém začátku (strana blíže k výtahu) obsahuje usměrňovač. Usměrňovač je vytvarovaný plech, který způsobí, že při vyhození kuželky z výtahu na tento tvarovaný plech dojde k nasměrování kuželek vždy jedním směrem. Tento směr je většinou takový, že kuželka jede podstavou napřed po dopravníku. Usměrňovač je vidět na obr. 18



Obr. 18: Horní dopravník s usměrňovačem [13]

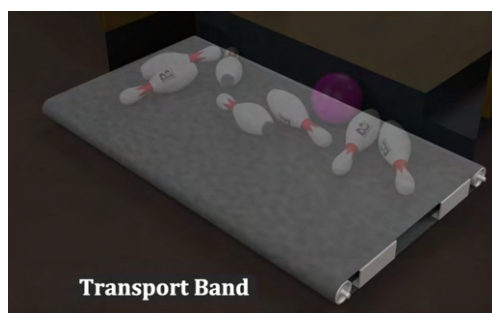


**Kuželkový výtah** — Účel má prostý, dostat kuželky z dopadliště kuželek do potřebné výšky k uskladnění v horním zásobníku. Existuje několik různých variant výtahů nacházejících se v ASK od různých výrobců. Jeden výrobce používá výtah ve formě košíku, ve kterém se kuželka veze nahoru. Pokud se kuželka dostane do košíku hlavou napřed, tak z košíku vypadne kvůli těžišti kuželky. Jiný výrobce používá výtah ve formě velkého otáčejícího se bubnu. Uvnitř tohoto bubnu jsou výstupky sloužící k tlačení kuželky před sebou a sloužící k jejímu postupnému vynesení do potřebné výšky. Pak existují i běžné výtahy. Představit si jej můžeme jako pás s plošinami na nichž se vezou kuželky vzhůru, viz obr. 19.



Obr. 19: Kuželkový výtah [13]

**Dolní dopravník** — Slouží k dopravení kuželek v dopadlišti kuželek ke kuželkovému výtahu, viz obr. 20. Zároveň v tomto prostoru dochází k separaci koule od kuželek, a to díky rozdílné velikosti kuželky a koule. Koule je oddělena pomocí desky, která se nachází ve výšce nad dráhou, ve které jsou kuželky schopny pod ní projet, ale koule se o ní zasekne. Vzhledem k tomu, že se tato deska instaluje pod mírným úhlem, dojde k svedení kuželky k jedné straně, kde dojde do kulového výtahu a vrátí se do kulového zásobníku.



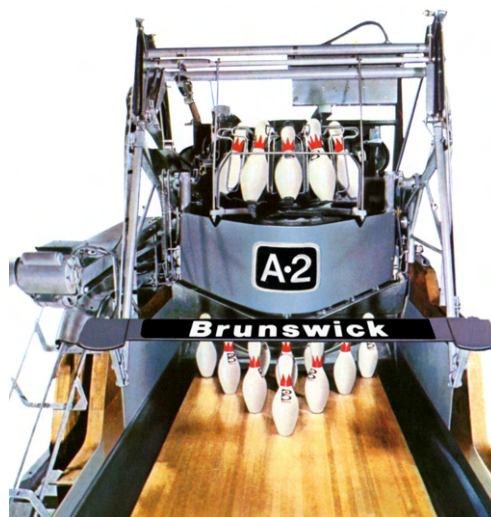
Obr. 20: Spodní dopravník [13]

### 3.2.2 Brunswick A-2

Firma Brunswick vyrábí automatické stavěče kuželek už řadu desetiletí. Začala s mechanickými spouštěči pro „pinboys“ a postupně je více mechanizovala. Proslavil je automat Brunswick A-2, viz obr. 21, což byl velice efektivní, spolehlivý model. Dodnes ho můžeme najít v bowlingových hernách. Model A-2 je složen ze všech hlavních komponent, které byly obecně popsány v kap. 3.2.1.

Najdeme zde shrnovací desku poháněnou motorem na dlouhém rameně sahajícím vysoko nad automat.

V dopadlišti kuželek je dopravníkový pás, který unáší kuželky směrem ke kuželkovému výtahu. Zároveň zde dojde k oddělení koule od kuželek díky různým rozměrům koule a kuželek. Koule neprojde pod zastavovací deskou a vzhledem k tomu, že zastavovací deska je pod mírným úhlem, dojde k posouvání koule k jednomu boku, kde se nachází výpust do urychlovače/kulového výtahu.



Obr. 21: Brunswick A-2 [14]

Za deskou se nachází kuželkový výtah, zde je použit koncept s rotujícím bubnem, viz obr. 22. Kuželka se dostane dovnitř do bubnu, kde se zasekne o výstupky. Výstupky se nacházejí po celém obvodu bubnu. Díky tomu buben začne unášet kuželku směrem nahoru, kde ji pak pomocí plastového vyhazovátka vyhodí na usměrňovač.



Obr. 22: Bubnový kuželkový výtah [15]

Na usměrňovači se kuželka natočí podstavou napřed a jede po dopravníkovém pásu směrem k revolvérovému zásobníku.

Revolvérový zásobník obsahuje 3 druhy pozic držáků, do kterých se kuželka uskladní, viz obr. 23. Jedna pozice je prostřední a do ní se uskladní vždy jen kuželka 5. Druhá pozice je venkovní a do ní se uskladní kuželky 1,7 nebo 10, což jsou kuželky vyskytující se na rozích bowlingového rozestavení kuželek. Třetí pozice pojme zbytek očíslovaných pozic kuželek. Všechny zbývající pozice se nacházejí na jedné kružnici se středem v 5. pozici na dráze.

Poslední součástí je spouštěcí deska, do které spadnou kuželky z revolvérového zásobníku, viz obr. 23. Díky již nasměrovaným kuželkám v revolvérovém zásobníku vypadnou kuželky do připravených tubusů, ve kterých jsou drženy do doby, než je spustíme na dráhu a vypustíme. Tubusy obsahují trychtýřové vršky kvůli nepřesnosti vypuštění kuželek z revolvérového zásobníku.

Dále se na rozmístovací desce nachází klešťový mechanismus na sbírání neshozených kuželek. Tento mechanismus je sebere předtím, než je shrnovadlo shrne do dopadliště kuželek. Poté může neshozené kuželky znovu postavit na dráhu a hra pokračuje dál.



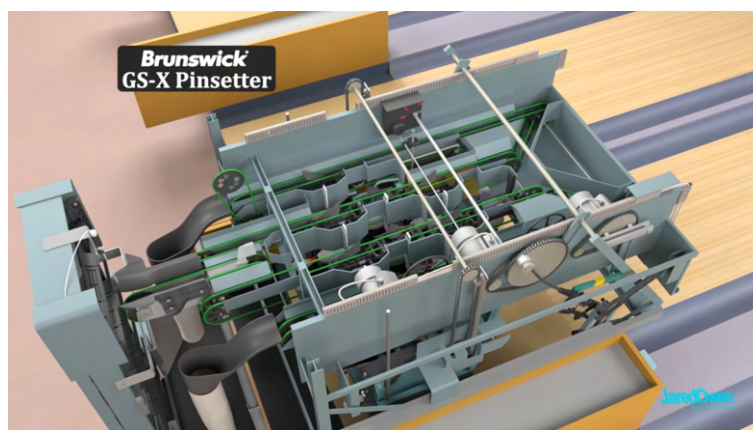
Obr. 23: Brunswick A-2 Revolverový zásobník a rozmístovací deska [16]

Ke zjištění, jestli je kuželka spadlá nebo ne, dochází na rozmístovací desce. Když sjíždí rozmístovací deska dolů, aby sebrala stojící kuželky, dojde ke kontaktu mezi hlavou kuželky a končáčkem, který vyšle signál a řídicí systém to zaznamená jako stojící kuželku.



### 3.2.3 Brunswick GSX

Brunswick GSX je další automat od firmy Brunswick, viz obr. 24, a je nástupcem modelu A-2, viz obr. 21. Firma Brunswick přišla s metodou vyhodnocování spadlých kuželek pomocí kamery a computer vision. Nakonec se v této firmě vrátili k původnímu způsobu vyhodnocování spadlých kuželek, a to kvůli problémům s různými typy osvětlení v hernách a proměnlivým světelným podmínkám.



Obr. 24: Brunswick GSX [13]

Konstrukce automatu prošla značnou proměnou. Mechanismus shrnovací desky se upravil tak, aby nebyl příliš vysoký a velký, zároveň se zde přidalo zvedací rameno, které zvedá desku z dráhy po kompletním shrnutí a novém postavení všech kuželek na dráhu.

Dopravníkový pás neprošel příliš velkými změnami, jediný rozdíl je ve způsobu dopravování kuželek do středu pásu, aby se mohly dobře uložit do kuželkového výtahu. Stále zde dochází k separaci koule pomocí zastavovací desky, pod kterou projedou kuželky, ale koule ne.

Kuželkový výtah se změnil z bubnového na plošinový, viz obr. 19. Kuželky jsou dopravníkovým pásem nahnány na plošinky rovnoměrně rozmístěné po celém kuželkovém výtahu a ty poté unášejí kuželky směrem vzhůru. Během cesty nahoru dochází k vycentrování kuželek do středu plošiny kvůli statisticky lepší šanci na to, že po vyhození na usměrňovač se natočí, jak chceme.

Usměrňovač s dopravníkovým pásem slouží k usměrnění kuželky na dopravníkový pás tak, aby jela podstavou napřed. Poté se dostane na rozcestník, což je malá výhybka, která podle toho, jak je natočena, shodí kuželku buď doprava na dopravník, nebo doleva na dopravník. Usměrňovač s výhybkou najdete na obr. 18

Kuželka při pádu na tyto dopravníky se dostává do dopravníkového zásobníku. Kuželka je unášena po dopravníku do doby, než narazí na prázdnou pozici, do které zapadne. Zapadnutí do volné pozice dělá opět malá plastová výhybka jenom s tím rozdílem, že nyní se nepřeklápí, ale vyjíždí v případě, že je pozice prázdná.

Zajíždí v případě, že se pozice naplnila. V případě, že není žádná pozice prázdná, dojde kuželka na konec dopravníku a spadne z něj do dopadliště kuželek. Dopravník je vidět na obr. 17.

Rozmístovací deska prošla upravením konceptu na přijímání kuželek ve vodorovné poloze a při spouštění na dráhu dojde k otočení kuželek na svislé polohy, viz obr. 16. Rozmístovací deska stále obsahuje kleště na svírání kuželek, které nebyly shozeny, a zvednutí nad shrnovadlo při shrnování spadlých kuželek z dráhy do dopadliště kuželek.

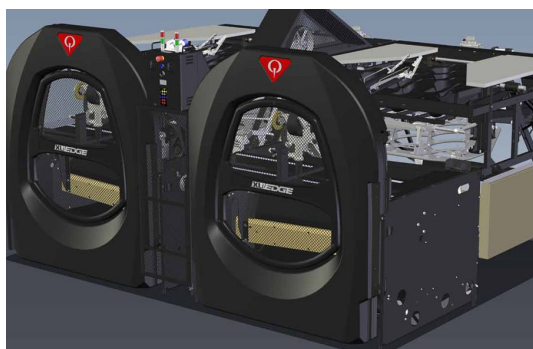


Senzory na snímání stojící kuželky jsou umístěny na rozmístovací desce stejně jako tomu bylo na modelu A-2. Jsou znázorněné na obr. 25

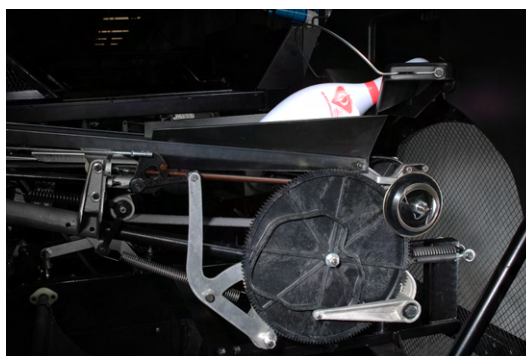
Obr. 25: Senzor spadlých kuželek

### 3.2.4 Další používané automaty

Mezi další firmy vyrábějící bezprovázkové automatické stavěče kuželek patří i známá AMF se svým **ASK QubicaAMF XLi EDGE**, viz obr. 26. Je to moderní stavěč kuželek, který byl představen v roce 2012. Má spoustu předností oproti konkurenci. Firma AMF přišla s modernějším přístupem k stavění kuželek a zmodernizovala hlavní komponenty tak, aby jejich automat byl spolehlivější a jednodušší. Vyměnili spoustu mechanických částí automatu za elektronicky řízené části automatu.



Obr. 26: AMF Qubica ALi EDGE [17]



Obr. 27: Řídící vačka [17]

Automat se skládá z bubnového kuželkového výtahu a z vačkového dopravníkového systému, viz obr. 27, sloužícího k rozmístění kuželek do určených kójí, odkud jsou vypustěny do stavěcí rozmístovací desky. Shrnovadlo by se dalo přirovnat k automatu od firmy Brunswick A-2.

**Furukawa Odin FBM-5** je další zástupce automatů používaných v bowlingových hernách. Tento automat má speciálně udělaný horní zásobník. Používá košíky pro každou kuželku. Tyto košíky jsou připevněné na válečkovém řetězu, který je napnut na trojúhelníkové trajektorii zajišťující podobné rozestavení jako je pak na hrací desce.

Automat se skládá z bubnového kuželkového výtahu, poté dopravníku, který doveze kuželky do košíkového zásobníku, viz obr. 28. Košíkový zásobník je po naplnění vypuštěn do rozmístovací desky, která je přirovnatelná k desce modelu Brunswick A-2.



Obr. 28: Košíkový zásobník [18]

### 3.3 Provázkové vs. bezprovázkové stavěče kuželek

**Provázkové stavěče kuželek** — moderní strunové stavěče kuželek jsou více než schopné konkurovat bezprovázkovým stavěčům kuželek. V rychlosti stavění kuželek na dráhu nemají konkurenci. Rychlost vychází z rozdílu množství mechanických úkonů, které musí automat udělat od shrnutí kuželky až po její znovupostavení. Obrovskou výhodou by měla být i cena, ale po zjištění reálného stavu na trhu se to říci nedá. Dá se to prohlásit o výrobní ceně automatu, která je rozhodně nižší. Další výhodou je jejich lehká instalace. V případě výroby nějaké herny je poměrně jednoduché připravit automat a upevnit ho na místo v krátkém čase. Další vlastnost už začíná být sporná a spousta lidí na to má rozdílné názory. Kvůli provázkům na kuželkách jsou možné hody, které by bez provázků nebyly možné. Tady vzniká spor. Jedna strana považuje za výhodu, že provázkový stavěč kuželek dělá tento sport více komplexní, a tudíž i složitější na taktiku. Druhá strana to považuje za problém a chce vrátit sportu jeho „čistotu“ a „spravedlivost“. V provázkových automatech je poměrně velký výběr na trhu, a jelikož technické předpisy WNBA jenom pokrývají část postavení kuželek a vlastnosti, jaké automat musí mít, ale nepokrývají konstrukci specifických dílů, mají kvůli rozdílné konstrukci rozdílné procento padavosti na stejný počet hodů. Tento problém nenastane u bezšňůrkových, jelikož po postavení kuželek na dráhu už nejsou kuželky s automatem nijak spojeny.

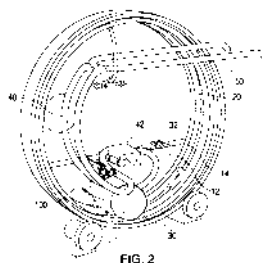
**Bezprovázkové stavěče kuželek** — Konstrukce bezprovázkových stavěčů kuželek přináší „čistotu“ do hry, protože jediný způsob, jak může ovlivnit bezprovázkový automat hru, je, že postaví kuželky v trochu jiném rozestavení, ale jelikož toto je normované v technických normách WNBA, tak takový automat by neměl být povolen. Nevýhody bezprovázkových automatů spočívají v rychlosti stavění kuželek. Rychlost se dá zvýšit například přidáním další sady kuželek do stroje. Nevýhodou tohoto zvýšení rychlosti je rapidní nárůst ceny výměny kuželek v herně. Největší rozdíl v rychlostech mezi bezšňůrkovými automaty je v jejich efektivitě a rychlosti dostat kuželky na kuželkový výtah. Od rychlosti výtahu se odvíjí celá rychlost automatu. Jak už bylo zmíněno, po konstrukční a výrobní stránce jsou bezšňůrkové automaty nákladnější na výrobu od níž se bude odvíjet cena. Dále jsou složitější a pomalejší na instalaci v hernách, protože obsahují více funkčních celků, které se musí dobře vůči sobě seřídit, aby všechno fungovalo jak má. Jsou náročnější na údržbu, a to kvůli velké spoustě mechanických částí. V současné době jsou i těžko k sehnání, protože pro bowling neexistuje komerčně prodáváný bezšňůrkový automat na kuželky.

Zvážení plusů a mínusů obou automatů nám nedá jednoznačný výsledek. Ale osobně si myslím, že provázkové automaty by měly být nahrazeny, nebo zásadně normalizovány a upraveny. Provázkové automaty v současné době nesplňují řádně pravidla hry kuželky.

### 3.4 Patentový průzkum

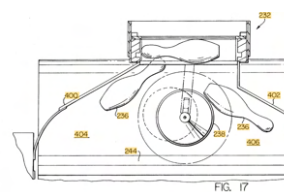
Patent je zákonná ochrana vynálezů zaručující vlastníkovvi patentu výhradní právo k průmyslovému využití vynálezu. [19] Proto bylo potřeba si udělat průzkum na trhu, v čem bychom se mohli koncepčně shodovat s nějakým patentem a popřípadě se vyhnout konfliktu. Patenty byly hledány na jednotlivé hlavní části automatu, ne na kompletní automat. Ale většinou byly automaty patentovány jako celky.

**US9192851B2** - Bowling ball and pin separator (bowlingový separátor koulí od kuželek) od firmy GENESIS BOWLING PRODUCTS LLC a datumem expirace patentu 4. 10. 2033. Jedná se o bubnový kuželkový výtah sloužící zároveň jako kulový výtah a zároveň jako separátor koule od kuželek, viz obr. 29. Při návrhu kuželkového výtahu a separátoru na kouli nebylo uvažováno o podobném mechanizmu.



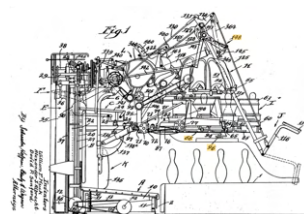
Obr. 29: Kuželkový a kulový výtah [20]

**US5569092A** - Automatic pinsetter with baffle at elevator entrance (Automatický stavěč s přepážkou u vchodu do výťahu) od firmy Mendes Inc a datumem expirace patentu 18. 6. 2013. Jedná se o bowlingový bezprovázkový automat se řadícím mechanismem před vstupem do kuželkového výťahu, viz obr. 30. Poté horní mechanismus využívající těžiště kuželky na usměrnění kuželky vždy stejným směrem.



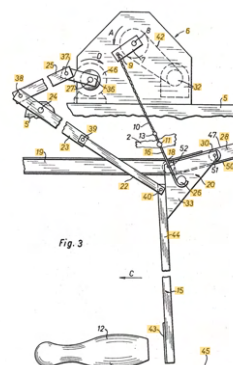
Obr. 30: Kuželkový výťah se zavrou [21]

**US2949300A** - Automatic pinsetter (Automatický stavěč) od firmy Brunswick Corp a datumem expirace patentu 16. 8. 1977. Jedná se o bezprovázkový automat na stavění kuželek. Automat je řady Brunswick model A. Tudiž má koncepčně stejné prvky jako byly popsány v kap. 3.2.2.



Obr. 31: Kuželkový automat řady A [22]

**US3809400A** - Bowling pin sweeping and clearing mechanism (Bowlingový shrnovací mechanismus) od firmy Patentverwertungs und Finanzierungsgesellschaft Serania AG a datumem expirace patentu 7. 5. 1991. Jedná se o shrnovací mechanismus na kuželky se zvedacím ramenem.



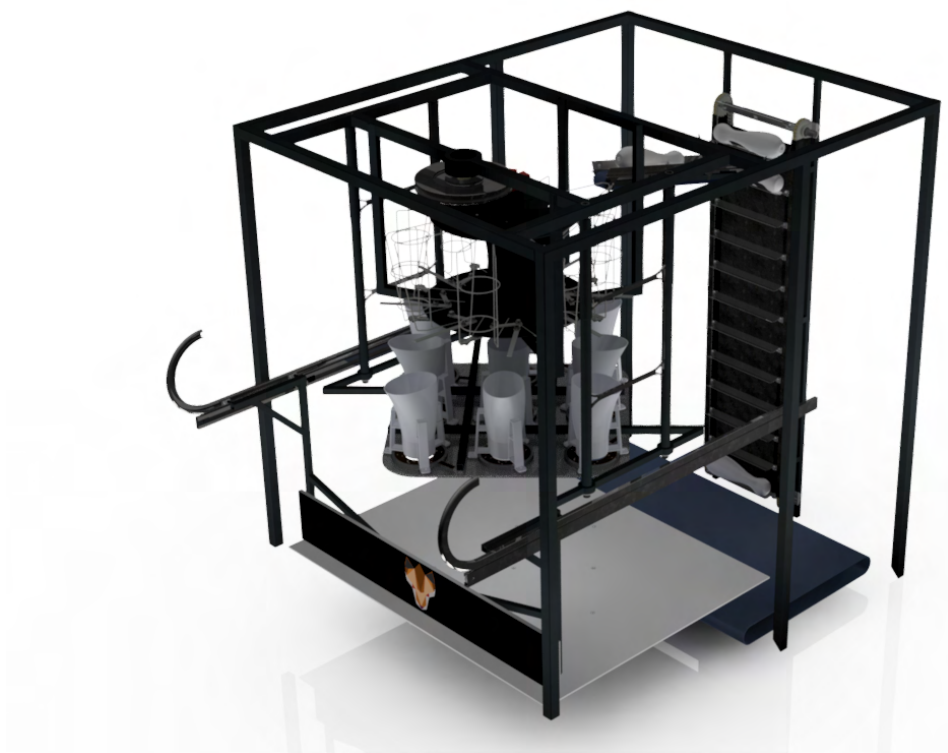
Obr. 32: Shrnovací mechanismus z Brunswick GSX [23]





## 4 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ ASK

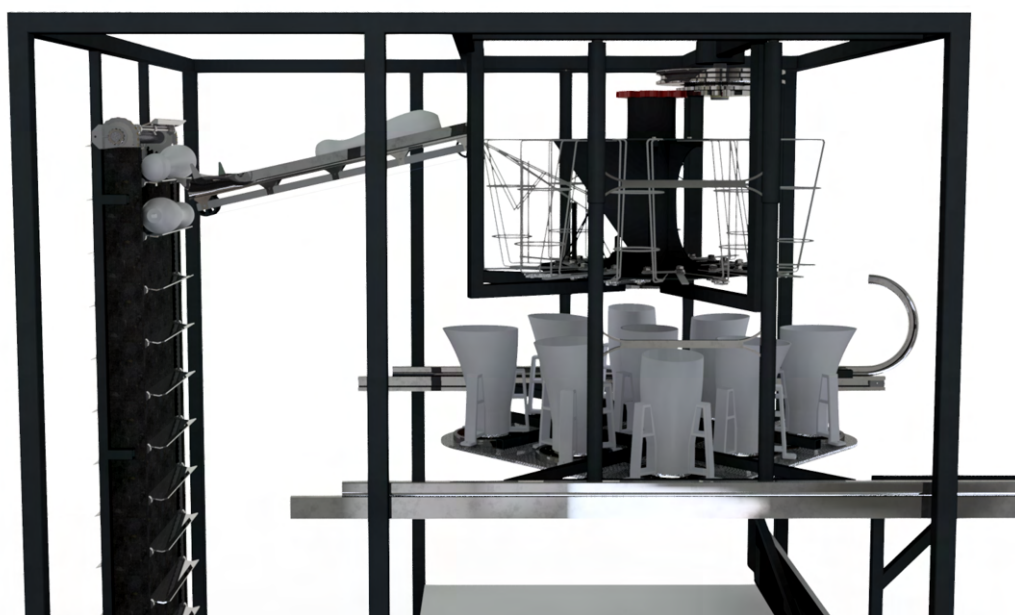
Řešení automatického stavěče kuželek (ASK) je zaměřeno na minimalizaci rozměrů a zaručení dostatečné rychlosti stavění kuželek. Minimalizace rozměrů je třeba hlavně z důvodu budoucího reálného nasazení ASK do heren, jejichž rozměry jsou momentálně uzpůsobené strunovým stavěčům kuželek. Zaručení dostatečné rychlosti stavění kuželek na dráhu je dáno pravidly kuželkářského sportu a při konstrukci automatu se to musí vzít v úvahu hned od začátku návrhu komponent. Jednotlivé komponenty automatu jsou navrhovány a porovnávány s již realizovanými automaty, které se dají nalézt v bowlingových hernách. Z důvodu menších rozměrů, jiného sportu a technických pravidel je potřeba každou komponentu navrhovat od nuly. V průběhu celého návrhu a realizace komponent k ASK probíhaly konzultace s technickým komisařem WNBA Pavlem Mecerodou rovněž i s technickým a sportovním víceprezidentem WNBA a rovněž dlouholetým hráčem kuželek, panem Petrem Vaňurou.



Obr. 33: Koncepční návrh ASK

Na obr. 33 jsou vidět všechny hlavní části automatu, které se navrhovaly a vytvářely. Byl vybrán koncept automatu, který po každém hodu kamerově vyhodnotí shozené kuželky, poté shrnovací deska shrne všechny kuželky do dopadliště kuželek a postaví na dráhu kombinaci kuželek odpovídající stavu po vyhodnocení hodu ka-

merou. Tento koncept byl zvolen z důvodu možnosti posunutí kuželek po dráze bez toho, aniž by spadla. Poté se musí kuželka postavit na původní pozici. Z toho důvodu nám nové postavení kuželek vyřeší problém s přemístováním neshozené kuželky zpět na její místo. Konceptně bylo zvoleno řešení automatu s plošinovým kužellovým výtahem kvůli jednoduché výrobě a levnému prototypování. Dále byl použit koncept s kužellovým revolvérovým zásobníkem k ukládání kuželek a rozmisťování kuželek na pozice nad rozmisťovací deskou, viz obr. 34. Rozmísťovací deska obsahuje mechanismus kleští k vypouštění kuželek na dráhu, ale tento mechanismus je konstrukčně rozdílný od mechanismu na zvedání kuželek, který se nachází v automatu Brunswick GSX. Shrnovací desku bylo potřeba vymyslet tak, aby její řídicí mechanismus nebyl příliš vysoký, proto byla řídicí hřídel posunuta před automat, kde se nachází volný prostor, který není využíván a není v rozporu s technickými pravidly WNBA.



Obr. 34: Konceptní návrh ASK pohled zprava

## 4.1 Výkresové razítko

Již během prvního vytváření výrobních výkresů se ukázala nutnost vytvoření nového výkresového razítka. V zájmu usnadnění komunikace s výrobními kapacitami a zkvalitnění výkresové dokumentace. Při výrobě šablony jsem se řídil pravidly a konceptem z učebnice „Základy konstruování“.



Nastavení vzhledu kót a kótovacího stylu je základ. Bylo nastaveno automatické generování kusovníku s důležitými parametry a jeho vzhled spolu s generováním výkresového razítka. Data pro kusovník a výkresové razítko jsou získávány ze „strukturované rozpisky“, viz obr. 35, která je automaticky připojena ke každé sestavě a dílu. Dovoluje zadávat věci jako názvy výkresů, číslo výkresu, polotovary a materiál pro celou sestavu na jednom místě. Což je výhodné při sestavách o velkých počtech dílů. Další skvělá funkcionality spočívá v jednoduchém updatování informací skrze všechny sestavy a výkresy, kde je to použito.

Ročníka [ASD\_yem.com]

Obr. 35: Strukturovaná rozpiska

Při vytváření razítka byla použita makra na zjednodušení práce a vyplňování. Při vytvoření nového výkresu v této šabloně se otevře okno, ve kterém je nutné vyplnit údaje o výkresu potřebné v razítku. Jedná se o druh výkresu, normu tolerance, normu kótování, kdo to zkreslil, kdo to schválil a obecné drsnosti a hrany pro celý výkres.

Obr. 36: Interaktivní okno

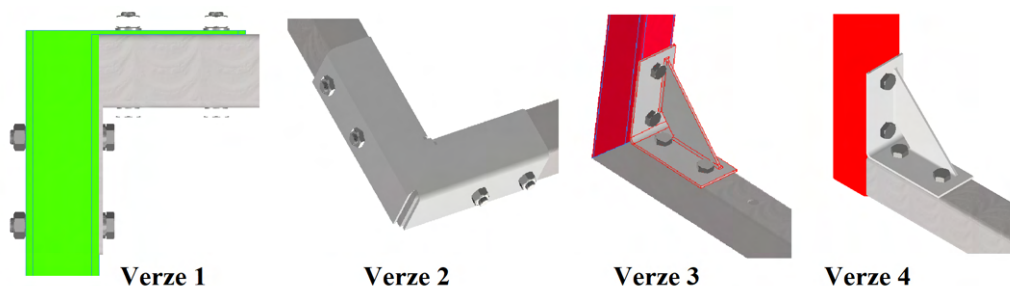
## 4.2 Rámová konstrukce

První vyrobená součást, byl rám automatu. Na základě znalosti základních rozměrů a toho, co bude automat koncepčně obsahovat, tak byl zvolen rám z ocelových jaklů 50x50x3 mm. Při návrhu byly zvažovány různé způsoby výroby a sestavení rámu a vzhledem k faktu, že se vyrábí prototyp, byla vybrána varianta s montovaným rámem. Na výběr byla možnost svařit rám jako celek, nebo jenom určité části, ale vzhledem k variabilitě a potřebě upravovat jednotlivé díly na rámu byla vybrána varianta s montovaným rámem, viz obr. 37.



Obr. 37: Model postaveného rámu ASK

Při rozhodnutí pro montovaný rám byly zvažované způsoby jak řešit to, jakým způsobem budou montovány jednotlivé kusy k sobě. Na výběr bylo z několika variant, viz obr. 38. Nakonec vyhrála varianta čtyři s přídavnými rohy, které souží jako spojovací článek a zároveň zaručují kolmost spojení.



Obr. 38: Druhy spojení jaklů

Pro návrh jednotlivých jaklů bylo vycházeno z koncepčního modelu, viz obr. 33. Návrh rámu se odvíjel od rozměrů použitých v koncepčním modelu s úpravami na zvýšení pevnosti a stability rámu. Dále byly jakly upraveny pro spojování

pomocí přídatných rohů. Pro větší variabilitu a jednodušší nastavování byly přidáno několik děr navyše ke každé poloze nějaké příčky u jaklu.

#### 4.2.1 Vzniklé problémy a jejich řešení

Při doručení vyrobených jaklů jsme narazili na problém s velkou nepřesností výroby při vyvrtávání děr do potřebných míst. I když ve výkresové dokumentaci byla uvedena obecná tolerance střední přesnosti, tak díry byly vyvrtány až o centimetr níže nebo výše, než bylo zakótováno.

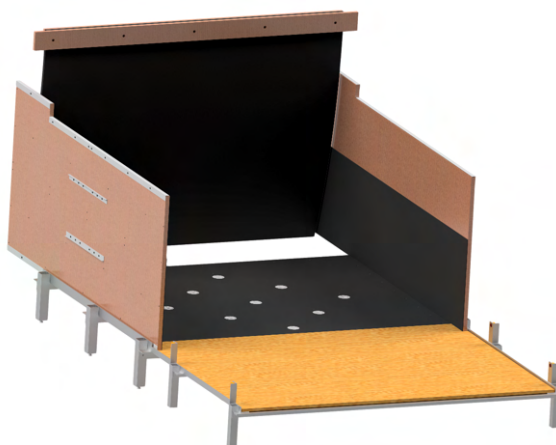
Náprava byla jednoduchá, v případě potřeby byla díra převrtána a upravena podle aktuálního návrhu konstrukce ASK.

### 4.3 Testovací dráha a bočnice s obložením

Pro potřeby dodržení technických pravidel a norem na dráhy byla postavena testovací část dráhy, na niž byl umístěn kuželkový kříž, viz obr. 39. Dráha spolu s rámem jsou k sobě spojeny a uzamčeny vůči sobě ve správné poloze. Veškeré rozměry pro automat jsou měřeny od dráhy, tudíž je velmi důležité si tyto rozměry přenést z modelu i do reálné konstrukce. Spolu s tím se zhotovilo obložení, které bývá v prostoru kuželek. Toto obložení bylo mnohokrát předěláváno kvůli různým variacím ASK, které byly realizovány. Při konstrukci těchto částí bylo velmi důležité dodržet technické předpisy WNBA.

#### 4.3.1 Vzniklé problémy a jejich řešení

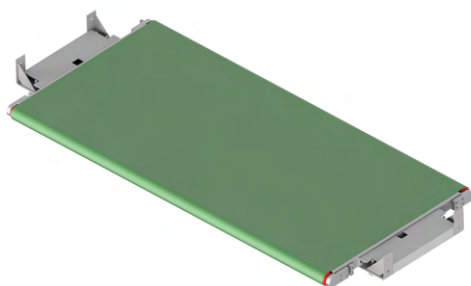
Problém byl v gumovém obložení bočnic, protože schválený dodavatel WNBA této gumy má vysokou cenu, proto jsme vymysleli levnější alternativu vhodnou pro testování prototypu.



Obr. 39: Dráha s bočnicemi

#### 4.4 Dopravníkový pás v dopadlišti kuželek

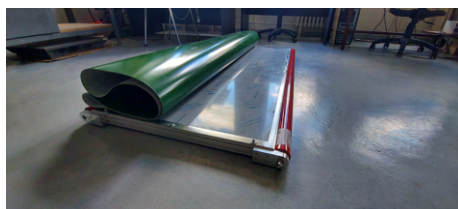
Dopadliště kuželek bylo problematické místo celého automatu, protože nikde nebylo psáno, jak je hluboké nebo dlouhé, proto bylo vše v tomto prostoru minimalizováno na nejmenší možnou velikost. Byly použity rozměry, co se průměrně vyskytují v kuželkářských hernách. Nakonec bylo za cíl udělat propad mezi koncem dráhy a horní deskou dopravníkového pásu o 150 mm. Dopravník má průměrem válců 50 mm, viz obr. 40, je umístěn v dopadlišti kuželek, jehož minimální požadovaná stavební hloubkou je 225 mm.



Obr. 40: Dopravníkový pás v dopadlišti kuželek

Při návrhu dopravníkového pásu byl prvně vykonstruovali rám dopravníku z hliníkových profilů od „Habercornu“, viz příloha D. Hlavními výhodami použití těchto profilů je jednoduché sestavení, jsou lehce nastavitelné a mají nízkou hmotnost. Materiál hliníkového profilu nebyl dostatečně odolný a vlivem velké váhy válců došlo k vymačkání drážky. K tomuto stavu došlo ještě před připojením motoru na hnací válec dopravníku. Přičemž stále nebyl připojen motor na hnací válec dopravníku. Proto jsme poté vyrobili svařovaný rám z ocelových jaklů 40x20x3 mm.

Válce pro dopravník byly vyrobeny na zakázku firmou „Gumex“. Válce byly 1,5 m dlouhé, plus zakončení kvůli uložení do ložiskových držáků. Z „Gumexu“ byl objednána i PVC dopravníkový pás s tlouškou 2,4 mm a šířkou 1500 mm na dopravník, viz obr. 41.



Obr. 41: Dopravníkový pás se starým rámem



Obr. 42: Ložiskové lože pro dopravníkové válce

Ložiskové držáky, viz obr. 42, jsme zadali na výrobu panu Petru Bílkovi. Ten nám zajišťuje výrobu součástí, které nejsme schopni si sami vyrobit a současně nám zajišťuje potřebné věci na sestavení automatu.

Dopadová deska původně byla z 5 mm tlustého hliníku o rozměrech 1520x640x5 mm. Byla přidělaná na vrchní straně rámu dopravníku. Sloužila jako pevná podložka, na kterou dopadaly kuželky a koule a zároveň po ní jezdil PVC dopravníkový pás. Po vyzkoušení této varianty jsme se dohodli po diskuzi s panem Vaňurou a panem Mecerodou, že při dopadu to dělá příliš hlasitou ránu a že to musíme nějak utlumit. Tak byla vymyšlena kombinace překličky a hliníkové desky. Vrchní plát je 1520x640x1 mm tlustá hliníková deska a spodní je 1520x630x4 mm tlustá truhlářská překližka. Na výztuhu částí, kde překližka není posazena přímo na konstrukci rámu, byly použity překližkové obdelníky o rozměrech 470x525x8 mm, které vyplňují prostor mezi příčkama rámu a dělají oporu dopadové desce.

Při zvažování vhodného typu pohonu bylo vybráno řešení s asynchroním motorem. Pro získání výkonu motoru byl změřen potřebný krouticí moment na dopravníkovém pásu pomocí momentového klíče. Potřebný moment byl  $M_0 = 6Nm$  bez zatížení dopravníkového pásu. Další důležitý parametr při výběru motoru byly otáčky válce, byla požadována rychlost dopravníkového pásu  $v_0 = 0,75 \frac{m}{s}$ . Průměr hnacího válce je  $d_h = 50mm$ . Z rovnice 2 dostame rychlost otáčení hnacího válce v  $\frac{ot}{min}$ .

$$v_h = \frac{v_0}{\pi * d_h} * 60 = \frac{0,75}{\pi * 0,05} * 60 = 286,44 \frac{ot}{min} \quad (2)$$

Požadovaný moment na hnacím válci je s tolerancí a hmotností 9 kuželek spolu s koulou přibližně  $M_{celk} = 7,5Nm$ . Podle toho byl vybrán 6-pólový 3-fázový asynchronní motor o výkonu  $P_m = 0,25kW$  a jmenovitých otáčkách  $v_m = 880 \frac{ot}{min}$ . Tento motor má krouticí moment o velikosti  $M_m = 2,65Nm$ . Pro převod otáček mezi motorem a dopravníkem v poměru 3 : 1 bylo použito soukolí s klínovým řemenem. Výsledné otáčky na hnacím válci dodané motorem jsou v rovnici 3 a výsledná moment dodaný motorem je v rovnici 4.

$$v_{hm} = \frac{v_m}{3} = \frac{880}{3} = 293,33 \frac{ot}{min} \quad (3)$$

$$M_{celk} \leq M_{hm} = M_m * 3 = 2,65 * 3 = 7,95Nm \quad (4)$$

Kvůli nedostatku zboží na skladu výrobce motorů, bylo rozhodnuto vzít výkonnější motor o výkonu  $P_m = 0,37kW$ .

## 4.5 Kuželkový výtah

Kuželkový výtah slouží k dopravení kuželek do potřebné výšky pro uskladnění. Od rychlosti a efektivity kuželkového výtahu se prakticky odvíjí rychlost stavění celého ASK. Nejsložitější část celého kuželkového výtahu je nabírání kuželek z dopravníku. Kuželkový výtah se od koncepčního návrhu, viz obr. 43, až po současnou realizaci, viz obr. 44, výrazně změnil.



Obr. 43: Koncepční verze kuželkového výtahu

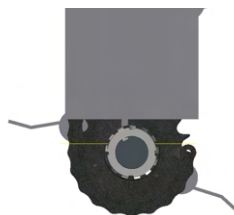


Obr. 44: Nynější konstrukce kuželkového výtahu

V modelu, který byl jen jako koncept ASK, byl kuželkový výtah řešen pomocí válečkového řetězu s dutými čepy. Na ně by se montovala plošina výtahu. Tento koncept byl po diskuzi a debatě s panem Mecerodou o hloubce dopadliště kuželek zavržen. Jelikož výška konstrukce pásu byla snížena na minimum, tak tento koncept nemohl co-existovat ve spojení s tímto pásem. Výtah a jeho velikost je odvíjena od použitých ozubených kol. Minimální průměr ozubeného kola musel být 98 mm, což předtavovalo problém při nabírání kuželek z pásu. Na obr. 45 je vidět starý kuželkový výtah a plošiny na nabírání z vrchního pohledu. Tyto plošiny přesahují ven o 45 mm. Tudíž by spodní hřídel výtahu musela být  $\pm 50$  mm nad horní deskou dopravníku, a to už není možné nabrat kuželku v této výšce, viz obr. 46.

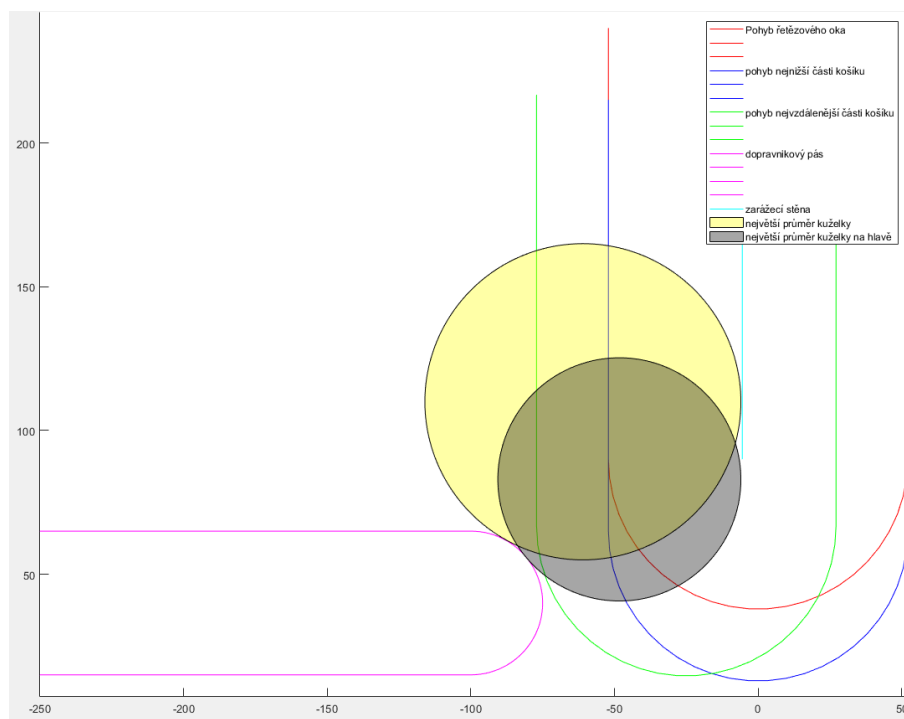


Obr. 45: Kuželkový výtah stará verze



Obr. 46: Dolní část výtahu

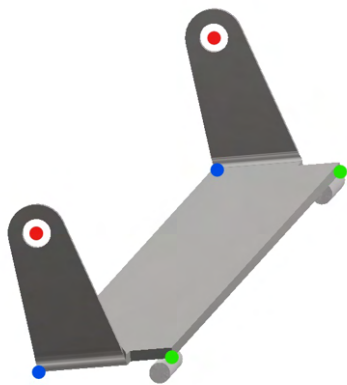
Proto byl předělán koncept na košíkové plošiny. Není to košík v pravém slova smyslu, jedná se o plošinku, která je zavěšena na válečkovém řetězu. Skvělá vlastnost tohoto řešení spočívá v tom, že pokud není nijak řízený pohyb, např. vodicí drážkou, tak při oběhu celé dráhy výtahu bude vždy košík stejně natočen. Zároveň se mohly zmenšit rozměry ozubených kol, protože košíky se ovládají jiným způsobem. Trajektorie je vidět na simulaci pohybu kuželky, pásu a košíku na kuželkovém výtahu, viz obr. 47.



Obr. 47: Simulace pohybu košíku

Na grafu vygenerovaném pomocí programu v matlabu je vidět několik trajektorií, viz obr. 47.

- **Růžová trajektorie** — představuje dráhu dopravníkového pásu, po které je přivedena kuželka k výtahu.
  - **Žlutý vyplněný kruh** — představuje největší průměr kuželky na těle.
  - **Šedý vyplněný kruh** — představuje největší průměr kuželky na hlavě.
  - **Tyrkysová trajektorie** — představuje stěnu z překližky, po které je smýkána při cestě nahoru po výtahu.
  - **Červená trajektorie** — představuje dráhu bodu vyznačeného červeně na obr. 48.
  - **Modrá trajektorie** — představuje dráhu bodu vyznačeného modře na obr. 48.
  - **Zelená trajektorie** — představuje dráhu bodu vyznačeného zeleně na obr. 48.
- Parametry, které musí motor splňovat, pro pohon kuželkového výtahu jsou.



Obr. 48: Košík



Obr. 49: Válečkový řetěz s unašeči

Požadovaný moment na hnací hřídeli kuželkového výtahu po změření momentovým klíčem a bez zatížení kuželkami je  $M_0 = 5Nm$ . Potřebná rychlost kuželkového výtahu je  $v_0 = 0,27 \frac{m}{s}$ , průměr roztečné kružnice je  $d_p = 71,34mm$ . Na kuželkovém výtahu ne nikdy nebude nacházet více jak  $n_k = 7ks.$  kuželek zároveň. Hmotnost jedné kuželky je  $m_k = 1,66kg$ . Gravitační zrychlení je  $g = 9,81 \frac{m}{s}$ .

$$v_h = \frac{v_0}{\pi * d_p} * 60 = \frac{0,27}{\pi * 0,07134} * 60 = 72 \frac{ot}{min} \quad (5)$$

$$M_{kuzel} = n_k * m_k * g * \frac{d_p}{2} = 7 * 1,66 * 9,81 * \frac{0,07134}{2} = 4,07Nm \quad (6)$$

$$M_{celk} = M_0 + M_{kuzel} = 5 + 4,07 = 9,07Nm \quad (7)$$

Podle vypořítaných parametrů byl vybrán 8-pólový 3-fázový asynchronní motor o výkonu  $P_m = 0,09kW$  a jmenovitých otáčkách  $v_m = 720 \frac{ot}{min}$ . Tento motor má kroutící moment o velikosti  $M_m = 1,2Nm$ . Pro převod otáček mezi motorem a kuželkovým výtahem v poměru 10 : 1 bylo použito soukolí s klínovým řemenem. Výsledné otáčky na hnacím válci dodané motorem jsou v rovnici 8 a výsledná moment dodaný motorem je v rovnici 9.

$$v_{hm} = \frac{v_m}{10} = \frac{720}{10} = 72 \frac{ot}{min} \quad (8)$$

$$M_{celk} \leq M_{hm} = M_m * 10 = 1,2 * 10 = 12Nm \quad (9)$$

#### 4.5.1 Vzniklé problémy a jejich řešení

Při objednání válečkového řetězu byl původně vybrán řetěz s dutými čepy. Cena za řetěz však byla vysoká, proto jsme zvolili variantu s levnějším řetězem a s přidánými speciálními články na uchycení košíků. Speciální články jsou rozmístěny tak, že na každém sedmnáctém čepu, viz obr. 49, je nasazen tento speciální článek. Celá hloubka výtahu se díky této úpravě zmenšila o 7 cm.



## 4.6 Shrnovací deska

Shrnovací deska slouží ke shrnutí spadlých kulek do dopadliště kulek. Poté chrání rozmisťovací desku před nárazem koule. Po postavení nové sady kulek na dráhu se zvedne z hracího prostoru a tím signalizuje hráči připravenost systému zaznamenat váš hod. Konceptně byl vymyšlen shrnovač na novém principu ovládání, což se doposud neobjevilo v žádném jiném automatu. Koncept byl založen na vyhnutí se ovládání pomocí ramene přidělaného v prostoru, kde se nachází revolverový zásobník a pojezd pro rozmisťovací desku. Z tohoto důvodu byl použit podobný mechanismus, jenž se používá pro zvedání garážových vrat. Na každou stranu byla přidána kolejnice pro unašeč. Ten je připojený ke shrnovací desce a spojen s ozubeným řemenem natáhnutým po celé délce kolejnice, viz obr. 50. Pohon unašeče je zajištěn pomocí motoru, viz obr. 50



Obr. 50: Shrnovací deska

Původní verze obsahovala speciální kolejnice zakončené beraními rohy, pomocí kterých došlo ke zvednutí shrnovací desky, viz obr. 51.



Obr. 51: Shrnovací deska (konceptní návrh)

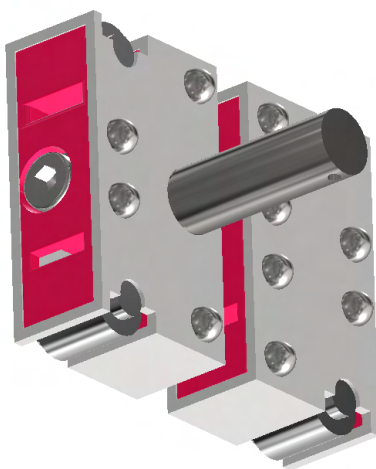
Zvedací mechanismus z koncepčního návrhu byl odstraněn z důvodu složité výroby beraních rohů. Prvotní model shrnovače byl vyroben ze dřeva na němž bylo provedeno testování konceptu, viz obr. 52. Po ověření funkčnosti konceptu byla zhotovena kovová verze tohoto shrnovače. Zvedací mechanismus je založen na pákovém mechanismu a je umístěn v horní části shrnovače. Na něm se nachází kolečko, pomocí kterého se zvedá shrnovadlo. Shrnovadlo jezdí v kolejnici po dvou kolečkách na každé straně a je taženo unašečem za zadní kolečka. V mezní poloze dojde k opření stavěcího kolečka o zábranu a tím se začne měnit úhel natočení shrnovadla. Po dojetí do koncového stavu je shrnovadlo vodorovně s dráhou.



Obr. 52: Prototyp shrnovadla

#### 4.6.1 Vzniklé problémy a jejich řešení

Problém, který momentálně řešíme, je s unašečem. První verze usnašeče se zasekávala a nejezdila hladce v drážce, proto v druhé verzi budou přidány kolečka jak na vršek a spodek, pro co nejhladší pohyb v kolejnici, viz obr. 53.



Obr. 53: Model unašeče

## 4.7 Rozmístovací deska

Slouží ke spouštění kuželek na dráhu a vypuštění kuželek, které mají být na dráze. Koncepční návrh je na obr. 54. Obsahuje clonové vypouštěče kuželek na dráhu, plastové tubusy na kuželky a lineární ložiska sloužící ke spouštění kuželek na dráhu s minimální střední hodnotou odchylky postavení.



Obr. 54: Rozmístovací deska koncept

Realizované řešení se příliš neliší od konceptního. Z důvodu drahé výroby bylo potřeba vyměnit clonové otevírání a zavírání výpustě. Clona byla vyměněna za kleškový mechnismus, viz obr. 55, u kterého se prototyp osvědčil a funguje přesně jak je potřeba. Plastové tubusy se vymění za drátové koše, do kterých budou padat kuželky z revolverového zásobníku. Tato konkrétní část čeká na postavení revolverového zásobníku, aby mohlo dojít k navržení i otestování současně. Lineární ložiska jsou objednaná a momentálně se čeká na svaření a smontování nosného rámu.



Obr. 55: Kleškový mechanismus

## 4.8 Revolverový zásobník

Revolverový zásobník je určen k rozmístění kuželek na pozice, ze kterých vypadnou do rozmístovací desky. Revolverový zásobník obsahuje čtyři koše pro vnitřní kuželky, které se nachází ve středech stran stavěcího čtverce a čtyři koše pro vnější kuželky, které se nachází na hranách stavěcího čtverce. Vzhledem ke způsobu stavění kuželek na dráhu musí být i vypouštění kuželek z revolverového zásobníku řízeno pro každou pozici zvlášť. Pro pohyb na jednotlivé pozice je možno mít servo motor řízený na polohu, nebo jako je zobrazeno v konceptu, viz obr. 56, pomocí maltézského mechanismu.



Obr. 56: Revolverový zásobník koncept

Revolverový zásobník se skládá ze 2 typů košů. Vnitřní typ koše na kuželky je na obr. 57 a vnější typ koše nakuželky je na obr. 58. Po zapadnutí kuželky do těchto košů jsou středy podstav kuželek na stejné kružnici o poloměru 419 mm. Díky jejich náklonu budou kuželky vypuštěny a zapadnou do připravených drátových košů na rozmístovací desce.



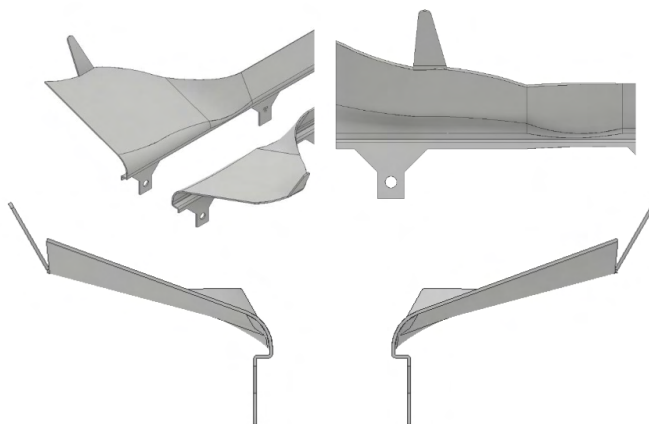
Obr. 57: Vnitřní typ koše



Obr. 58: Vnější typ koše

## 4.9 Dopravníkový pás do revolvérového zásobníku

Jedná se o krátký, úzký dopravník sloužící k přepravě kuželek od kuželkového výtahu k revolvérovému zásobníku. Nejdůležitější částí je usměrňovač. Slouží k nasměrování kuželek vždy jedním směrem, aby po horním dopravníku vždy byly podstavou napřed. Tato část je důležitá pro správné uskladnění kuželek do zásobníku, viz obr. 59.



Obr. 59: Žraločí ploutev

Jedna konstrukční varianta usměrňovače je pomocí speciálně naohýbaného plechu, který je vytvarován tak, že při pádu kuželky na tento plech dojde k okamžitému sesunutí kuželky směrem dolů, následně se podstavou dotkne dopravníkového pásu a kuželka začne být unášena. V okamžiku sesunutí kuželky podstavou na dopravníkový pás dojde k vystrčení hlavy kuželky za výčnělek, který zabrání kuželce se nechtěně přetočit špatným směrem, viz obr. 59.

Další varianta využívající tvar kuželky spočívá v rozdílných průměrech, po kterých se kuželka valí po nakloněné plošině. Díky tomu, že tělo kuželky má větší průměr než hlava kuželky, tělo opíše za stejný počet otáček větší vzdálenost, čímž dojde k natočení kuželky podstavou napřed. Nevýhodou je poměrně velká vzdálenost potřebná k tomuto manévru.

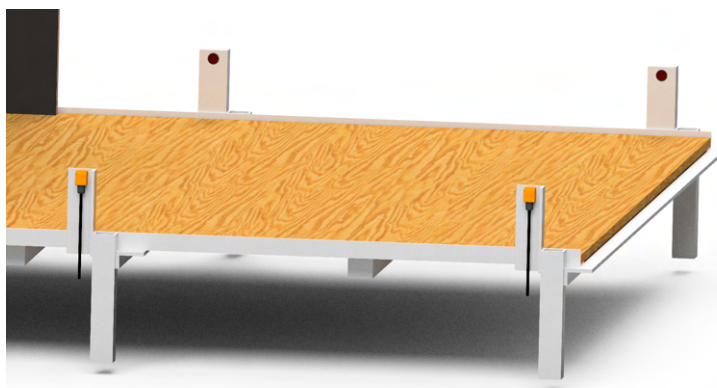
Poslední varianta usměrňovače využívá faktu, že těžiště není ve středu kuželky. Na natočení kuželky, která jede po dopravníkovém pásu nezáleží. Pokud jede kuželka hlavou napřed, tak nezapadne do košíku dřív, než se podstava kuželky dostane na konec dopravníku. Pokud jede nejprve podstava napřed, tak zapadne do košíku dřív, než se podstava opře na druhé straně díry.

## 4.10 Měření rychlosti hodu koule

Měření rychlosti je realizováno pomocí dvou párů průmyslových optických závor od firmy „BANNER“ sady QS18, viz obr. 60. Závary jsou od sebe 750 mm vzdálené, viz obr. 39. Koule vždy musí projít nejprve bránou G0 poté G1. Brány jsou napojené na pinu 15 a 18, které sleduje program napsaný v jazyce C++ „gatekeeper“, viz obr. 62. Při průchodu bránou program zaznamená čas. Při průchodu druhou bránou zaznamená opět čas a udělá rozdíl, který vypíše do konzole. K výpočtu samotné rychlosti dochází v kalibračním GUI napsaném v pythonu3 s knihovnou PyQt. Zde se zadává přesná vzdálenost mezi senzory a také se nastavují veškeré parametry. Komunikace mezi programy probíhá pomocí standardních prostředků meziprocesové komunikace (IPC).



Obr. 60: Optická závora



Obr. 61: Rozestavění optických bran na dráze



```

#include <stdio>
#include <stdlib>
#include <chrono>

const int gate0_wp_pin = 3; // physical 15
const int gate1_wp_pin = 5; // physical 18

void setup()
{
    pinMode(gate0_wp_pin, INPUT);
    pullUpDnControl(gate0_wp_pin, PUD_UP);

    pinMode(gate1_wp_pin, INPUT);
    pullUpDnControl(gate1_wp_pin, PUD_UP);
}

int main(int argc, char **argv)
{
    if(wiringPiSetup() < 0) {
        fprintf(stderr, "[ERROR] setup wiring pi failed\n");
        fflush(stderr);
        return 1;
    }

    std::chrono::time_point<std::chrono::steady_clock> gate0_t;
    std::chrono::time_point<std::chrono::steady_clock> gate1_t;
    double dt=0;

    setup();
    bool gate0_last = false;
    bool gate1_last = false;
    while(1) {
        bool gate0 = digitalRead(gate0_wp_pin);
        bool gate1 = digitalRead(gate1_wp_pin);

        if(gate0 && !gate0_last) { // nabezna hrana
            gate0_t = std::chrono::steady_clock::now();
            printf("G0\n");
            fflush(stdout);
        }
        if(gate1 && !gate1_last) { // nabezna hrana
            gate1_t = std::chrono::steady_clock::now();

            if(gate1_t > gate0_t) {
                dt=std::chrono::duration_cast<std::chrono::microseconds>(gate1_t - gate0_t).count() / 1000000.0;
            }
            else {
                dt=0;
            }
        }

        printf("G1 %.6f\n", dt);
        fflush(stdout);
        gate0_last = gate0;
        gate1_last = gate1;
    }
    return 0;
}

```

Obr. 62: Gatekeeper.cpp

## 4.11 Řídicí schéma automatického stavěče kuželek

Řídicí program automatického stavěče kuželek, viz příloha A, se skládá z „houming sequence“, která musí proběhnout vždy po zapnutí automatu do elektřiny. Je to kvůli zresetování poloh jednotlivých komponent a hlavně zbavení se kuželek, o kterých automat po probuzení nemusí vědět. Probíhá to tak, že po zapnutí automatu do elektřiny dojde k zapnutí PLC a inicializaci programu.

Poté přejdeme na „houming sequence“, která jako první musí zresetovat kuželky na dráze a zároveň se ujistíme, že shrnovač je v pozici, ve které má být. Spustíme shrnovač a necháme ho dojet na konec kolejnice, kde je koncový senzor. Ten při sepnutí pošle signál do PLC, který znamená vypnout motor a nastavit opačný chod na frekvenčním měniči, který řídí motor ovládající shrnovací desku. Opačný chod ne-

cháme zapnutý 1,7 s, čímž se nám vrátí shrnovač do polohy, kdy je před kuželkovým křížem. Zabraňuje kouli v nárazu do rozmístovací desky. Poté se spustí rozmístovací deska a vypustí všechny kuželky, co se nachází v košících a vyjede zpět na doplňovací pozici. Poté se vypustí kuželky z revolverového zásobníku do rozmístovací desky. Tím si zajistíme prázdný revolverový zásobník, protože ten není udělaný tak, abychom jsme byli schopni určit pomocí senzorů, jestli je v určité pozici kuželka, nebo ne. Tyto senzory se nachází pouze na rozmístovací desce. Už jsme ve stavu, ve kterém máme zjištěné polohy kuželek v přední straně automatu. Nyní zapneme pohony kuželkového výtahu, spodního a horního dopravníkového pásu. Jakmile kuželka sepne senzor signalizující přítomnost kuželky na horním dopravníku, tak se všechny tyto tři pohony zastaví a skončí nám „houming sequence“. Schéma této sekvence se nachází v příloze B.

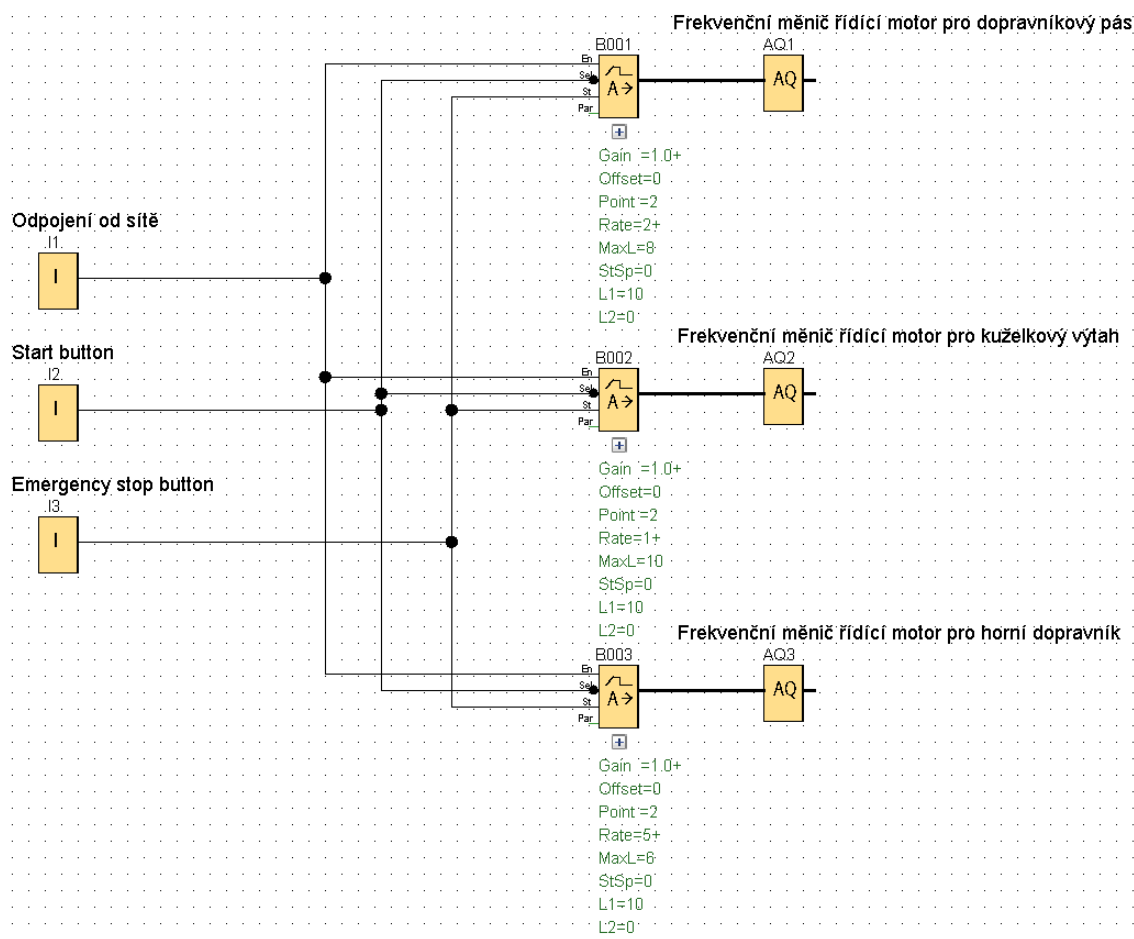
Další stav, do kterého se dostává automat po houmování, je herní režim. Celá sekvence začíná zvednutím shrnovací desky nahoru, čímž signalizujeme hráči připravenost automatu na hod. Spouštějí se zároveň pohony kuželkového výtahu, horního kuželkového a dolního kuželkového dopravníku. Probíhá proces plnění revolverového zásobníku, zatímco paralelně s tím se čeká na sepnutí gaty 0 pomocí kuželkářské koule. Poté, co koule protne gate 0, tak po 1 s se spustí shrnovací deska před kuželkový kříž, zároveň se odpočítávají 4 s, po kterých musí Raspberry pořídit a vyhodnotit snímek spadlých kuželek a zároveň se po protnutí gaty 1 spočítá čas průjezdu mezi těmito dvěma bránami a pošle ho do kalibračního GUI. Po uplynutí 4 s dojde ke shrnutí kuželek do dopadliště kuželek a navrácení shrnovače na pozici před kuželkovým křížem. Poté se postaví správná kombinace kuželek na dráhu, ale jen v případě, že se nachází nachystaná v rozmístovací desce. Pokud se nenacházejí v rozmístovací desce, zkusí požádat revolverový zásobník o doplnění potřebných kuželek, a pokud ani on nemá, tak se čeká, než se naplní a splní se request. Po doplnění kuželek z revolverového zásobníku do rozmístovacích košů dojde ke spuštění rozmístovací desky na dráhu a vypuštění správné formace kuželek. Pokud to byl poslední hod, ukončí se hrací sekvence a čeká se na opětovné spuštění majitelem/rozhodčím/hráčem. Pokud to nebyl poslední hod, vracíme se zpět na začátek sekvence. Celý flow diagram herní sekvence se nachází v příloze C.



## 4.12 Řídicí schéma asynchronního motoru pomocí frekvenčního měniče

Pro řízení 3-fázového asynchronního motoru o výkonu 0,37 kW byl použit frekvenční měnič od firmy VYBO Electric model A550 230V. Tento frekvenční měnič obsahuje PID, PLC, MODBUS komunikaci, DC brzdění, momentový posilovač a další užitečné věci.

Důvod pořízení frekvenčního měniče pro řízení ASK, je kvůli testování jednotlivých komponent a nastavení jejich optimálních rychlostí. Jelikož se dá tento frekvenční měnič řídit pomocí PLC přes analogové vstupy, nebo pomocí MODBUS sběrnice je vhodný pro nastavení automatu a řízení jednotlivých komponent pomocí těchto frekvenčních měničů.



Obr. 63: Řízení motorů

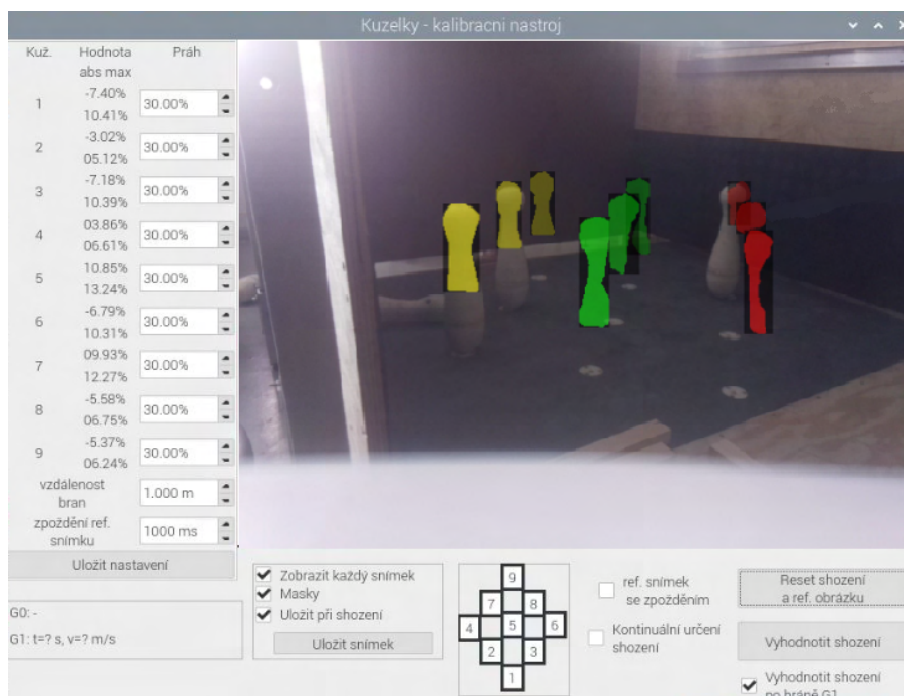
Frekvenční měniče jsou použity při stavbě prototypu, z důvodu velké variability řízení. Pro konečný produkt nejsou vhodné z hlediska ceny. Zde se dají použít spínače na přesno nastavené, aby to odpovídalo prototypovým hodnotám. Motor i frekvenční měnič je od českého výrobce VYBO Elektrik.



Obr. 64: Frekvenční měnič a elektromotor od firmy VYBO Electrick

#### 4.13 Řídicí schéma vypouštění kuželek na dráhu a doplňování kuželek z revolvérového zásobníku

Vypouštění kuželek na dráhu je závislé na několika vstupních parametrech. Za pomoci programu je vyhodnocován stav kuželek po hodu, jehož výstupními hodnotami jsou pozice jednotlivých stojících kuželek na dráze, viz obr. 65. Jednička znamená shozená kuželka a nula neshozená kuželka. Autorem tohoto programu je jeden z vývojového týmu ASK Ing. Ladislav Dobrovský.

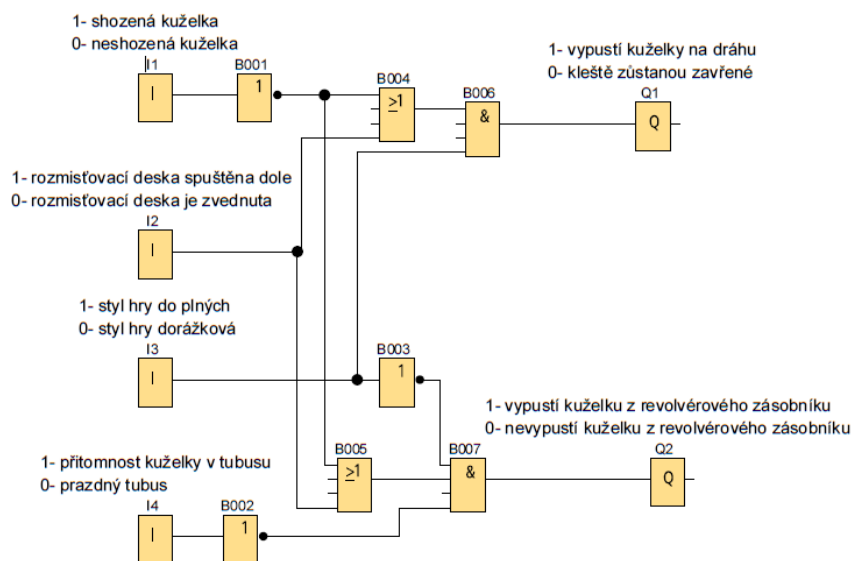


Obr. 65: Program na vyhodnocování stavu kuželek po hodu

Dalším vstupním parametrem je typ hry. Jednička znamená hra doplných, nula je dorážková hra. Podle typu hry se nám mění postavní kuželek na dráze. Z důvodu vypouštění kuželek je důležité zjišťovat polohu rozmisťovací desky. Kuželky je možné vypouštět pouze ve spuštěné poloze, což nám signalizuje spínací senzor na spodku rozmisťovací desky, který se sepne při dotyku s dráhou. K doplňování do rozmisťovací desky dochází ve zvednuté poloze, což signalizuje nesepnutý senzor. Poslední získávané vstupy jsou ze senzorů detekujících přítomnost kuželek v tubusech na rozmisťovací desce. Logika vypouštění je následující:

- Kuželky mohou být vypuštěny z rozmisťovací desky pouze ve spuštěné poloze a vypuštěny budou pouze ty, které program nevyhodnotil jako shozené.
- Kuželky mohou být doplněny pouze ve zvednuté poloze rozmisťovací desky a doplňovaný tubus musí být prázdný.
- Při dorážkové hře probíhá vypouštění kuželek z revolverového zásobníku pouze na pozice, které doposud nebyly shozeny. Tudíž jsou doplňovány do rozmisťovací desky pouze tyto kuželky.

Logické schéma bylo vytvořeno v softwaru LOGO! Soft Comfort. Toto schéma je pro jednu kuželečkovou pozici, viz obr. 66.



Obr. 66: Logické schéma vypouštění kuželek



## 5 ZÁVĚR

V rámci řešení této diplomové práce bylo navrženo koncepční řešení automatického stavěče kuželek pro kuželkářský sport, včetně konkrétních řešení konstrukčních částí shrnovadla, dopravníkového pásu a kuželkového výtahu. Poznamenejme, že se jedná o velice komplexní dílo zahrnující znalosti konstrukce, mechaniky, automatizace, elektrotechniky a informatiky. Prvním krokem při vytváření návrhu bylo důkladné prostudování historie kuželek spolu s pravidly hry a technickými předpisy WNBA. Tyto poznatky byly shrnuty v rešeršní části této práce.

Dále následovala část zaměřená na popis parametrů a funkcí automatických stavěčů kuželek, kde je proveden základní rozbor jednotlivých komponent. Zároveň jsou v této kapitole popsány jedny z nejpoužívanějších bezprovázkových automatických stavěčů kuželek v bowlingovém sportu a hernách. Rovněž je zde popsán jejich mechanický princip a popis jednotlivých komponent.

Praktická část práce byla zaměřena na koncepční návrh bezprovázkového automatického stavěče kuželek pro kuželkářský sport, kompletní konstrukční a technologický návrh shrnovače, dopravníkového pásu a kuželkového výtahu. Pro vytvoření 3D modelu spolu s výkresovou dokumentací byl použit program Autodesk Inventor 2020. Poté byly tyto komponenty vyráběny a sestavovány ve vývojové dílně na ústavu Automatizace a informatiky, FSI VUT v Brně. Přibližně 70 % všech dílů bylo vlastnoručně prototypováno a vyrobeno, ostatní díly byly přenechány k externí výrobě dle dodané dokumentace. Všechny tři části jsou ve fázi validace prototypu v rámci ASK. Poznamenejme zřejmou skutečnost, že shoda reálného prototypu a simulačního modelu není vždy dosažitelná. Shrnovací deska je zhotovena, její kinematika validována a unašeč je přepracováván. Kuželkový výtah je zhotoven až na vodící lišty, protože se během půl roku 4x změnil tvar vynášecích košíků. Dopravníkový pás je kompletně postaven a otestován s připojeným pohonem. Dále je rozpracovaná rozmístovací deska, která je nad rámec zadání diplomové práce. Zde je v současnosti řešen koncept vypouštění kuželek a jejich skladování v tubusech/koších.

Koncept automatického stavěče kuželek je navržen s využitím sekundárního revolvérového zásobníku. Cílem revolvérového zásobníku je rozmístění kuželek nad jednotlivé pozice v rozmístovací desce. Při hodu může dojít k posunutí kuželek po dráze bez spadnutí. Z tohoto důvodu bylo nutné zamítnout některé uvažované koncepty, např. klešťový mechanismus sklizení nespádnutých kuželek. Navrženým řešením ASK je shrnutí všech kuželek z dráhy za pomoci shrnovače a postavení nespádlé kombinace z nové sady kuželek. Zásadním problémem u návrhu konstrukčního řešení shrnovače, dopravníkového pásu a kuželkového výtahu byly zadane maximální rozměry a technická pravidla WNBA. Tato omezení významně limitovala celkovou

koncepti ASK a znemožnila využití stávajících řešení pro bowling. Navržené řešení ASK splňuje technické předpisy WNBA.

Předložený koncepční návrh automatického stavěče kuželek bude sloužit k dalšímu vývoji, který se bezprostředně předpokládá. Jako úvaha k dosažení větší efektivity v procesu stavění kuželek by byla vhodná volba mechanismu čelistí, která by sloužila pro zvedání neshozených kuželek. Tento mechanismus by bylo možné zrealizovat v případě použití kuželek se středící kuličkou v podstavě. Ty totiž nejsou schopné při nárazu koule popojet po dráze bez toho, aniž by spadly. Vzdálenější úvahou, která by mohla vést k většímu zefektivnění procesu stavění kuželek, by mohlo být zapojení umělé inteligence do řídicího programu. Bylo by možné vytvořit algoritmus, který by predikoval pravděpodobnosti shoení jednotlivých kuželek a díky tomu by se méně pravděpodobné pozice naplnily přednostně. Tím by mohlo dojít k rychlejšímu znovu postavení kuželek.

## 6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] nine pin bowling Association, W.: *WNBA logo*.  
 URL [https://www.google.com/search?q=wnba+bowling&client=firefox-b-d&sxsrf=ALeKk00h0SerDeW8IIagb6l8zEBUBzWxqA:1619210305836&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiz8eG4nJXwAhUitYsKHWOnAIGQ{}\\_AUoAXoECAEQAw{}&biw=2498{}&bih=1338{#}imgsrc=kCX7dbCpR{}\\_idAM](https://www.google.com/search?q=wnba+bowling&client=firefox-b-d&sxsrf=ALeKk00h0SerDeW8IIagb6l8zEBUBzWxqA:1619210305836&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiz8eG4nJXwAhUitYsKHWOnAIGQ{}_AUoAXoECAEQAw{}&biw=2498{}&bih=1338{#}imgsrc=kCX7dbCpR{}_idAM)
- [2] Jiří Jančálek, P. H.: *Almanach z kuželkářské historie*. Česká kuželkářská asociace, české kuže vydání, 2007, 144 s.  
 URL [https://www.kuzelky.cz/dokumenty/ostatni/Ceske{}\\_kuzelky{}\\_1937-2007.pdf](https://www.kuzelky.cz/dokumenty/ostatni/Ceske{}_kuzelky{}_1937-2007.pdf)
- [3] František, T.: *Cílové sporty*. Prague: Praha, Grada, 2007, první vydání, 2006, ISBN 978-80-247-1637-4, 144 s.
- [4] Nováčková, P.; Podlaha, R. P.: *The History and Development of Bowling Techniques around the World and in the Czech Republic*. graduation theses, UNIVERSITY OF SOUTH BOHEMIA, 2016.
- [5] kuželkářské asociace, Č.: *Logo manuál*. 2019.  
 URL <https://www.kuzelky.cz/download/logo/CKA-manual.pdf>
- [6] Tomáš, N.: *Návrh konstrukce stavěče kuželek*. Diplomová práce, Vysoké učení Technické v Brně, 2019.  
 URL [https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace?zp{}\\_id=117289](https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace?zp{}_id=117289)
- [7] ČKA Česká kuželkářská asociace: *Sportovně technické předpisy kuželkářského sportu*. 2019.  
 URL <https://www.kuzelky.cz/dokumenty/predpisy/Pravidla-kuzelkarskeho-sportu.pdf>
- [8] Prezídium WNBA: *Technické předpisy World Ninepin Bowling Association*. Technická zpráva, World Ninepin Bowling Association, 2015.  
 URL <https://www.kuzelky.cz/dokumenty/predpisy/Technicke-predpisy-WNBA.pdf>
- [9] SCI, s. s. r. o.: *Kuželková koule*.  
 URL [https://www.google.com/search?q=koule+na+kuželky&tbm=isch&ved=2ahUKEwiAj-e2mLvAhUWwIUkHZp5DKEQ2-cCegQIABAA{}&oq=kuželky+koule{}&gs{}\\_lcp=CgNpbWcQARgBMgQIABATMggIABAIEB4QEzoCCAA6BAgAEAo6Bg](https://www.google.com/search?q=koule+na+kuželky&tbm=isch&ved=2ahUKEwiAj-e2mLvAhUWwIUkHZp5DKEQ2-cCegQIABAA{}&oq=kuželky+koule{}&gs{}_lcp=CgNpbWcQARgBMgQIABATMggIABAIEB4QEzoCCAA6BAgAEAo6Bg)
- [10] Čkbf, Č.: *Pravidla bowlingového sportu*. 2018.

- [11] CapitolBowl: *Bowlingové postavení*.  
URL <https://capitol-bowl.com/how-to-bowl/>
- [12] O., B. O. s. r.: *Strunový stavěč*.  
URL [https://www.google.com/search?q=strunov{ý}+stav{ě}{č}+ku{ž}elek{&}client=firefox-b-d{&}sxsrif=ALeKk01Kq{ }66povXyGwoQ4MzUZ2SMKhs2Q:1620673948314{&}source=lnms{&}tbm=isch{&}sa=X{&}ved=2ahUKEwi1lPH36L{ }wAhVNzaQKHfKJAGYQ{ }AUoAXoECAEQAw{&}1858{&}bih=978{#}imgsrc=s2GJLL0jUanXxM](https://www.google.com/search?q=strunov%7By%7Dstav%7De%7C%7C+ku%7Dž%7Delek%7C%7Cclient=firefox-b-d%7C%7Csxsrif=ALeKk01Kq%7D%7D66povXyGwoQ4MzUZ2SMKhs2Q:1620673948314%7C%7Dsource=lnms%7C%7Dtbm=isch%7C%7Dsa=X%7C%7Dved=2ahUKEwi1lPH36L%7D%7DwAhVNzaQKHfKJAGYQ%7D%7DAUoAXoECAEQAw%7C%7D1858%7C%7Dbih=978%7C%7Dimgsrc=s2GJLL0jUanXxM)
- [13] Owen, J.: *How does a Bowling Pinsetter Machine work? (Brunswick GS-X)*.  
URL [https://www.youtube.com/watch?v=Iod6uwUGM2E{&}list=PLTBsVJQU8SpM-NZ75e1dNySusft-1lXEm{&}index=13{&}t=15s](https://www.youtube.com/watch?v=Iod6uwUGM2E%7C%7Dlist=PLTBsVJQU8SpM-NZ75e1dNySusft-1lXEm%7C%7Dindex=13%7C%7Dt=15s)
- [14] *Brunswick A-2*.  
URL [https://www.google.com/search?q=brunswick+A2{&}client=firefox-b-d{&}sxsrif=ALeKk01kZ47N302Z3NZgnT8649ZuoPs7KQ:1620852894743{&}source=lnms{&}tbm=isch{&}sa=X{&}ved=2ahUKEwjJsJjIg8XwAhVuAhAIHYo0BHQQ{ }AUoAXoECAEQAw{&}biw=1858{&}bih=978{#}imgsrc=ESNofNRPDE2gXM](https://www.google.com/search?q=brunswick+A2%7C%7Cclient=firefox-b-d%7C%7Csxsrif=ALeKk01kZ47N302Z3NZgnT8649ZuoPs7KQ:1620852894743%7C%7Dsource=lnms%7C%7Dtbm=isch%7C%7Dsa=X%7C%7Dved=2ahUKEwjJsJjIg8XwAhVuAhAIHYo0BHQQ%7D%7DAUoAXoECAEQAw%7C%7Dbiw=1858%7C%7Dbih=978%7C%7Dimgsrc=ESNofNRPDE2gXM)
- [15] Murrey International, I.: *Brunswick A-2 spare parts*. 2017.  
URL <https://murreybowling.com/products/10-lane-package-brunswick-equipment/>
- [16] *Revolverový zasobník a rozmístovací deska brunswick a2*.  
URL [https://www.google.com/search?q=brunswick+A2{&}client=firefox-b-d{&}sxsrif=ALeKk01kZ47N302Z3NZgnT8649ZuoPs7KQ:1620852894743{&}source=lnms{&}tbm=isch{&}sa=X{&}ved=2ahUKEwjJsJjIg8XwAhVuAhAIHYo0BHQQ{ }AUoAXoECAEQAw{&}biw=1858{&}bih=978{#}imgsrc=ESNofNRPDE2gXM{&}imgdii=3{ }u03{ }VdL20wG](https://www.google.com/search?q=brunswick+A2%7C%7Cclient=firefox-b-d%7C%7Csxsrif=ALeKk01kZ47N302Z3NZgnT8649ZuoPs7KQ:1620852894743%7C%7Dsource=lnms%7C%7Dtbm=isch%7C%7Dsa=X%7C%7Dved=2ahUKEwjJsJjIg8XwAhVuAhAIHYo0BHQQ%7D%7DAUoAXoECAEQAw%7C%7Dbiw=1858%7C%7Dbih=978%7C%7Dimgsrc=ESNofNRPDE2gXM%7C%7Dimgdii=3%7D%7Du03%7D%7DVdL20wG)
- [17] *AMF Qubica*.  
URL <https://qubicaamf.bowlingsservis.net/produkty/profesionalni-stavece-kuzelek/>
- [18] Pearllanes: *Furukawa pinsetter all moving shot 2*. 2012.  
URL [https://www.youtube.com/watch?v=PP{ }TmiqIOcc](https://www.youtube.com/watch?v=PP%7D%7DTmiqIOcc)
- [19] *Patent*. Technická zpráva.  
URL <https://cs.wikipedia.org/wiki/Patent>



- [20] Mccloud, S. L.: *Bowling ball and pin separator*. 2015.  
URL <https://patents.google.com/patent/US9192851B2/en?q=+US9192851B2>
- [21] Rochefort, L.: *Automatic pinsetter with baffle at elevator entrance*. 1996.  
URL <https://patents.google.com/patent/US5569092A/en?q={%}7B{%}5Cbf+US5569092A{%}7D>
- [22] Huck, W. F.; Albrecht, A. J.; Sanford, D. P.: *Automatic pinsetters*. 1955.  
URL <https://patents.google.com/patent/US2949300A/en?q=US2949300A>
- [23] August Schmid, G. G.: *Bowling pin sweeping and clearing mechanism*. 1974.  
URL <https://patents.google.com/patent/US3809400>



## SEZNAM OBRÁZKŮ

1	Logo WNBA [1] .....	15
2	Logo ČKA [5] .....	17
3	Kužeka král [8] .....	21
4	Kužeka typu NF [8] .....	21
5	Pozice jednotlivých kuželek [8] .....	22
6	Uložení pro kuličku [8] .....	23
7	Koule na kuželky [9] .....	23
8	Prostor kuželek [8] .....	24
9	Bowlingové označení kuželek [11] .....	26
10	Ukázková hra na bodování .....	27
11	ASK z roku 1950 [4] .....	29
12	Provazkový ASK [12] .....	30
13	Brzdňová část ASK [6] .....	30
14	Schématický obrázek ASK [6] .....	31
15	Shrňovací deska [13] .....	32
16	Rozmístňovací deska [13] .....	32
17	Dopravníkový zásobník [13] .....	33
18	Horní dopravník s usměřňovačem [13] .....	33
19	Kuželkový výtah [13] .....	34
20	Spodní dopravník [13] .....	34
21	Brunswick A-2 [14] .....	35
22	Bubňový kuželkový výtah [15] .....	35
23	Brunswick A-2 Revolverový zásobník a rozmístňovací deska [16] .....	36
24	Brunswick GSX [13] .....	37
25	Senzor spadlých kuželek [13] .....	38
26	AMF Qubica ALi EDGE [17] .....	38
27	Řídící vačka [17] .....	38
28	Košíkový zásobník [18] .....	39
29	Kuželkový a kulový výtah [20] .....	40
30	Kuželkový výtah se zavorou [21] .....	41
31	Kuželkový automat řady A [22] .....	41
32	Shrňovací mechanismus z Brunswick GSX [23] .....	41
33	Koncepční návrh ASK .....	43
34	Koncepční návrh ASK pohled zprava .....	44
35	Strukturovaná rozpiska .....	45

36	Interaktivní okno .....	45
37	Model postaveného rámu ASK .....	46
38	Druhy spojení jaklů .....	46
39	Dráha s bočnicemi .....	47
40	Dopravníkový pás v dopadlišti kuželek .....	48
41	Dopravníkový pás se starým rámem .....	48
42	Ložiskové lože pro dopravníkové válce .....	48
43	Koncepční verze kuželkového výtahu .....	50
44	Nynější konstrukce kuželkového výtahu .....	50
45	Kuželkový výtah stará verze .....	50
46	Dolní část výtahu .....	50
47	Simulace pohybu košíku .....	51
48	Košík .....	52
49	Válečkový řetěz s unašeči .....	52
50	Shrnovací deska .....	53
51	Shrnovací deska (koncepční návrh) .....	53
52	Prototyp shrnovadla .....	54
53	Model unašeče .....	54
54	Rozmísťovací deska koncept .....	55
55	Kleštový mechanismus .....	55
56	Revolvérový zásobník koncept .....	56
57	Vnitřní typ koše .....	56
58	Vnější typ koše .....	56
59	Žraločí ploutev .....	57
60	Optická závora .....	58
61	Rozestavení optických bran na dráze .....	58
62	Gatekeeper.cpp .....	59
63	Řízení motorů .....	61
64	Frekvenční měnič a elektromotor od firmy VYBO Electrick .....	62
65	Program na vyhodnocování stavu kuželek po hodu .....	62
66	Logické schéma vypouštění kuželek .....	63

## SEZNAM TABULEK

1	Hrací doba[7]	.....	18
2	Minimální požadovaná šířka prostoru pro vestavbu drah[7]	....	19



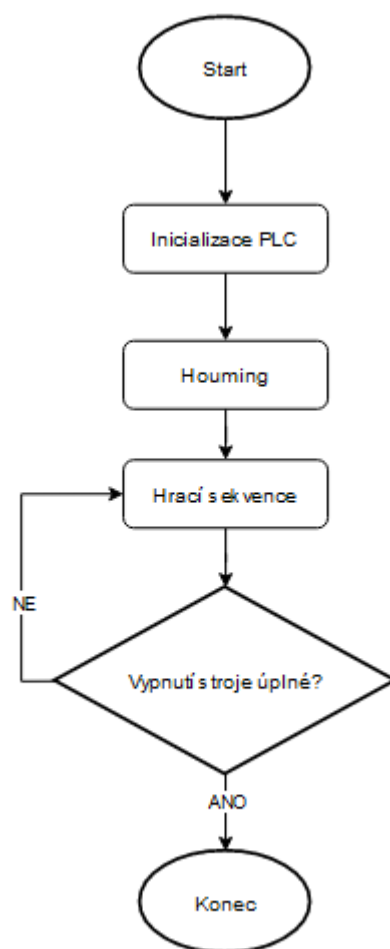
## 7 SEZNAM PŘÍLOH

A	Flowchart programu ASK .....	77
B	Houmovací sekvence .....	79
C	Hrací sekvence .....	81
D	Sestavový výkres dopravníkového pásu verze 1 .....	83
E	Sestavový výkres dopravníkového pásu verze 2 .....	85
F	Sestavový výkres kuželkového výtahu .....	91
G	Sestavový výkres shrnovací desky .....	95
H	Sestavový výkres rámu automatu.....	101
I	Rendrovaný obrázek současného ASK .....	103
J	Rendrovaný obrázek bočnic ASK.....	105
K	Rendrovaný obrázek shrnovací desky ASK.....	107
L	Rendrovaný obrázek kuželkového výtahu ASK.....	109
M	Rendrovaný obrázek dopravníkového pásu ASK .....	111
N	Rendrovaný obrázek testovací dráhy se senzory ASK .....	113
O	Rendrovaný obrázek revolverového zásobníku ASK .....	115



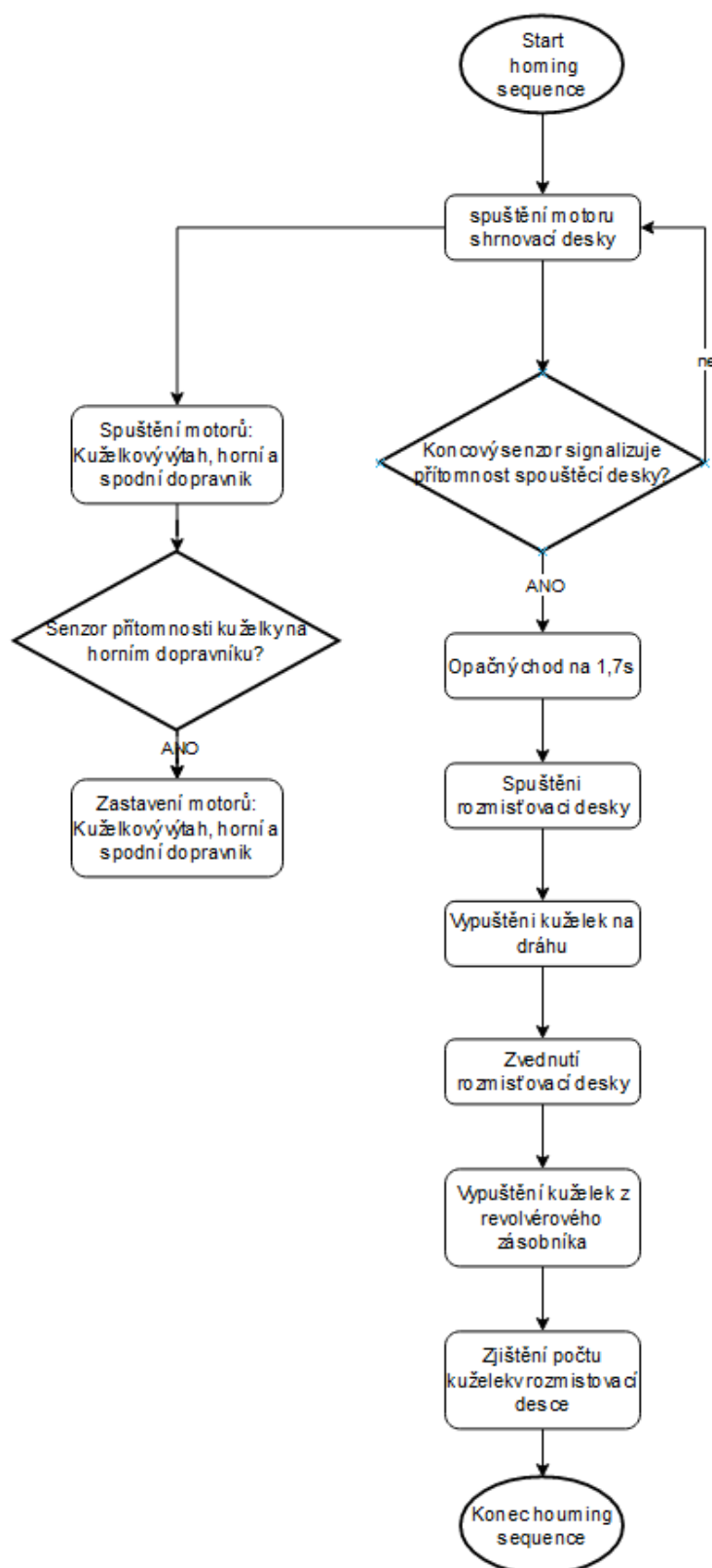


## A Flowchart programu ASK



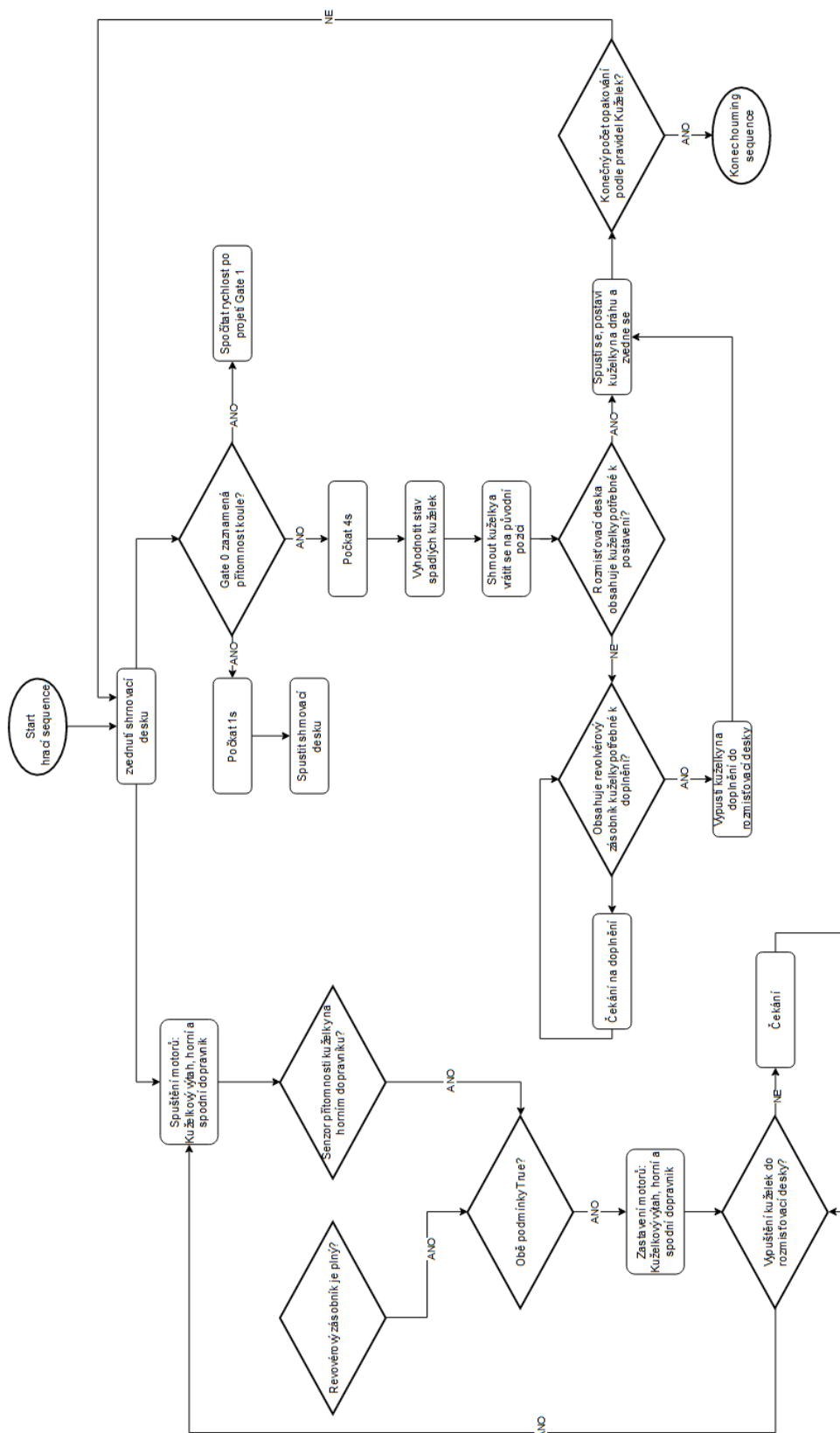


## B Houmovací sekvence



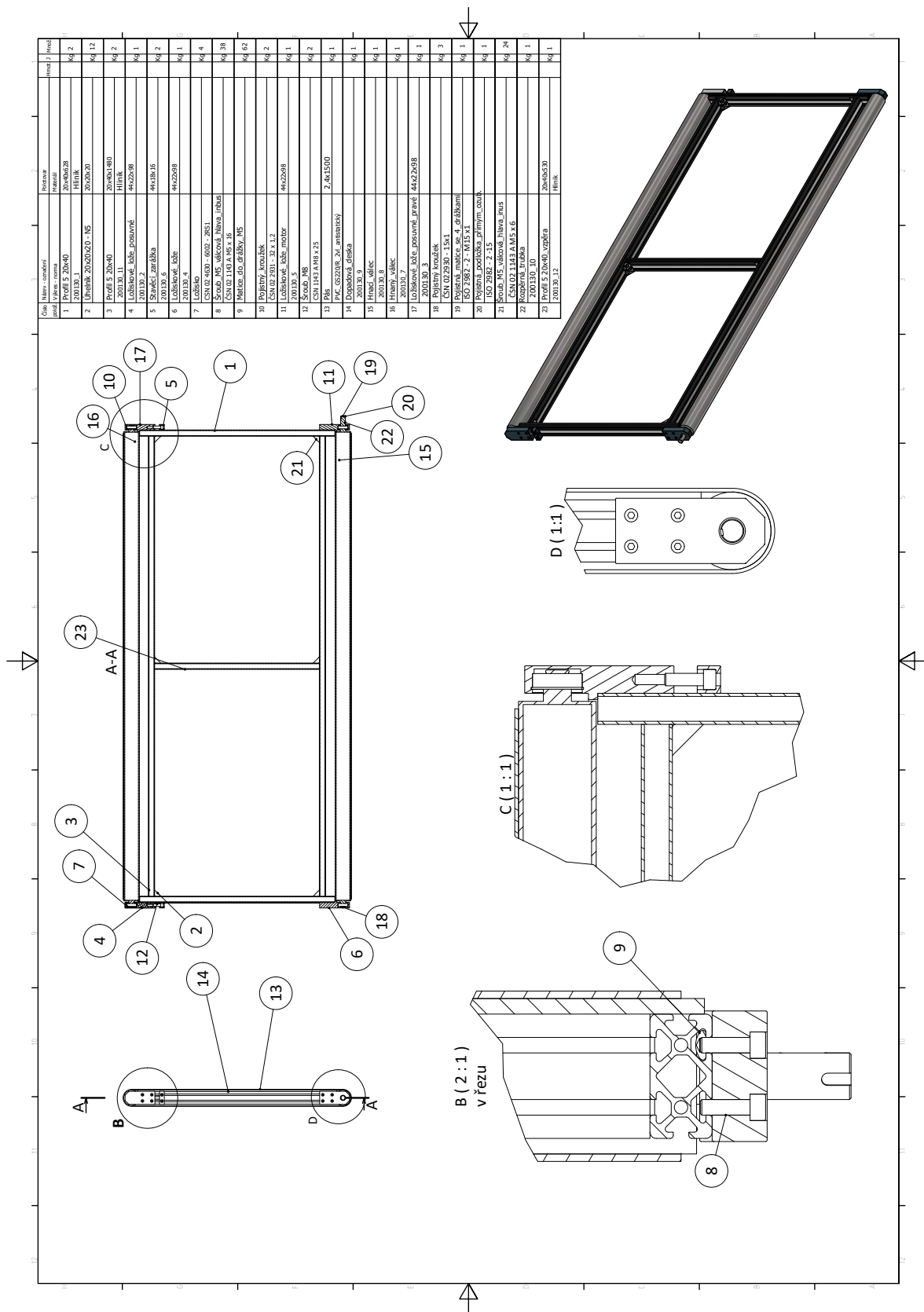


## C Hrací sekvence





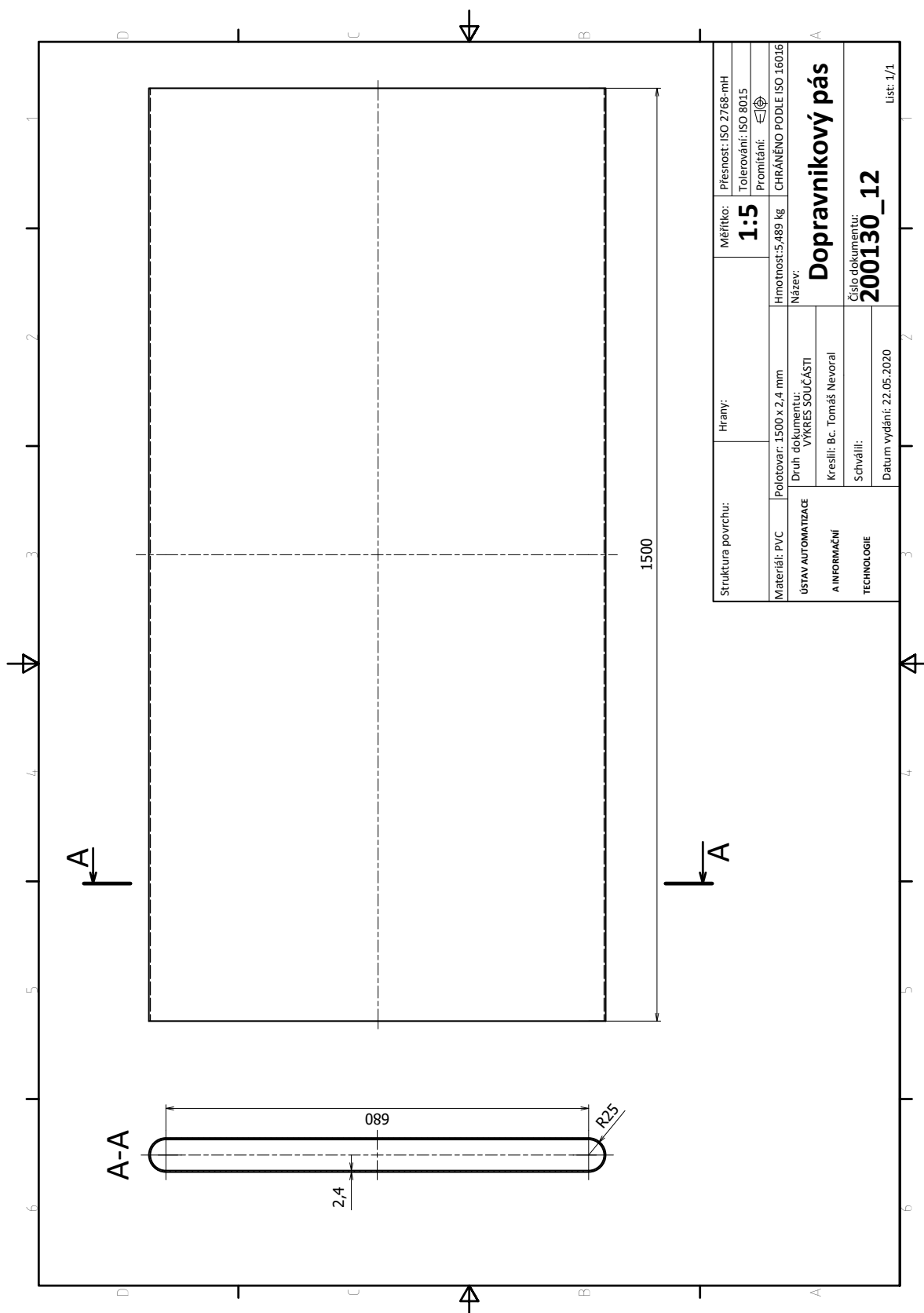
## D Sestavový výkres dopravníkového pásu verze 1

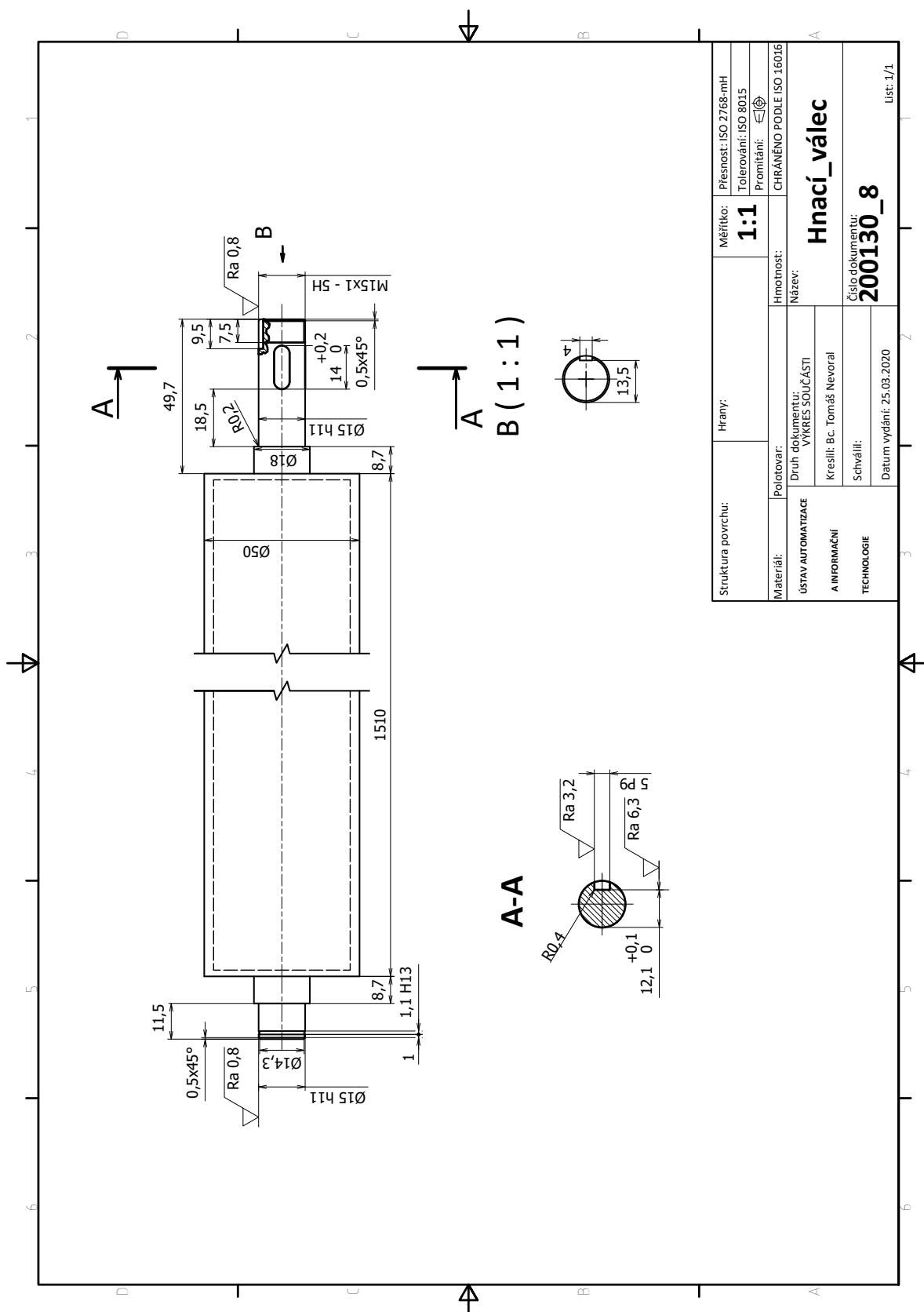


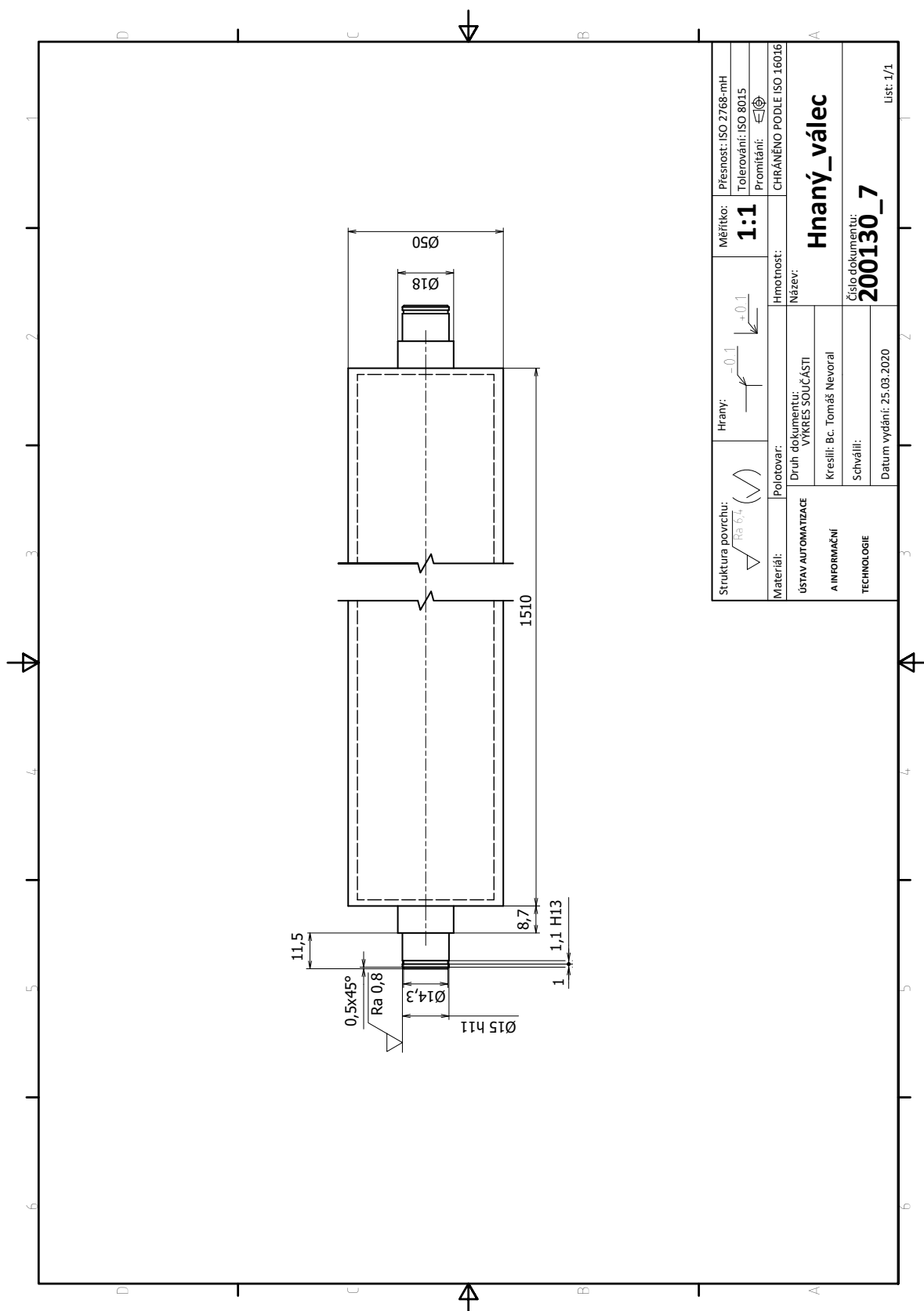


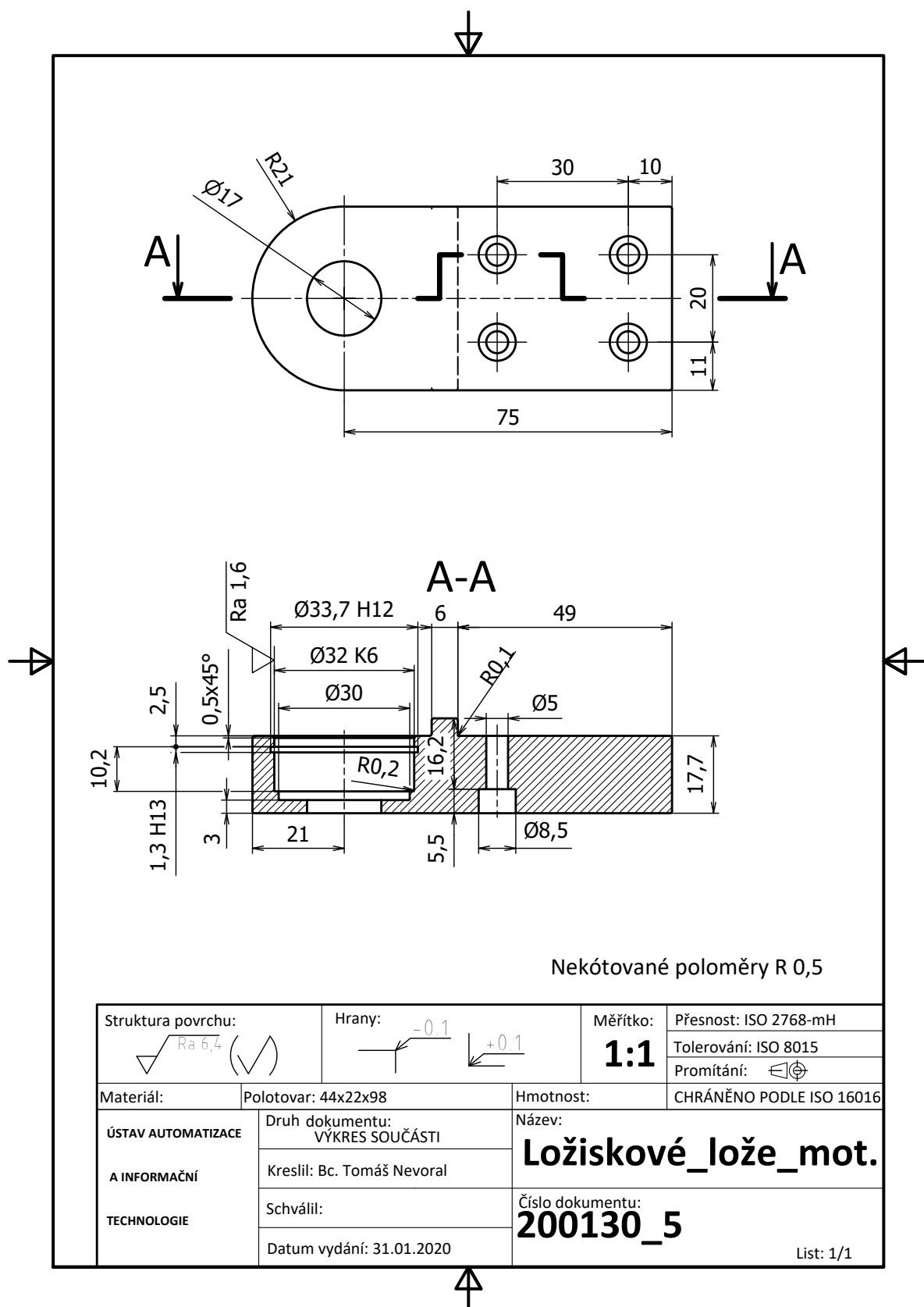


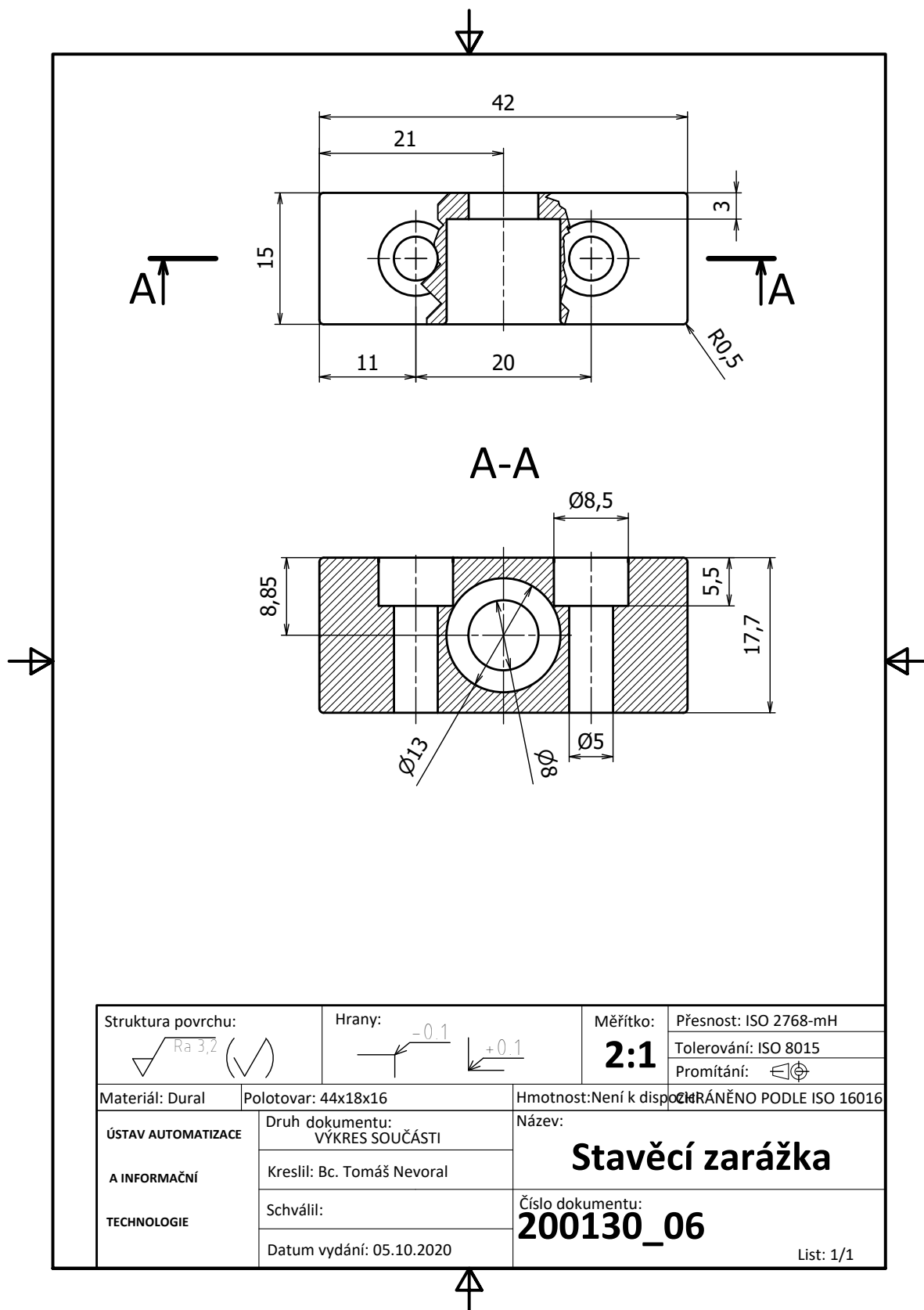




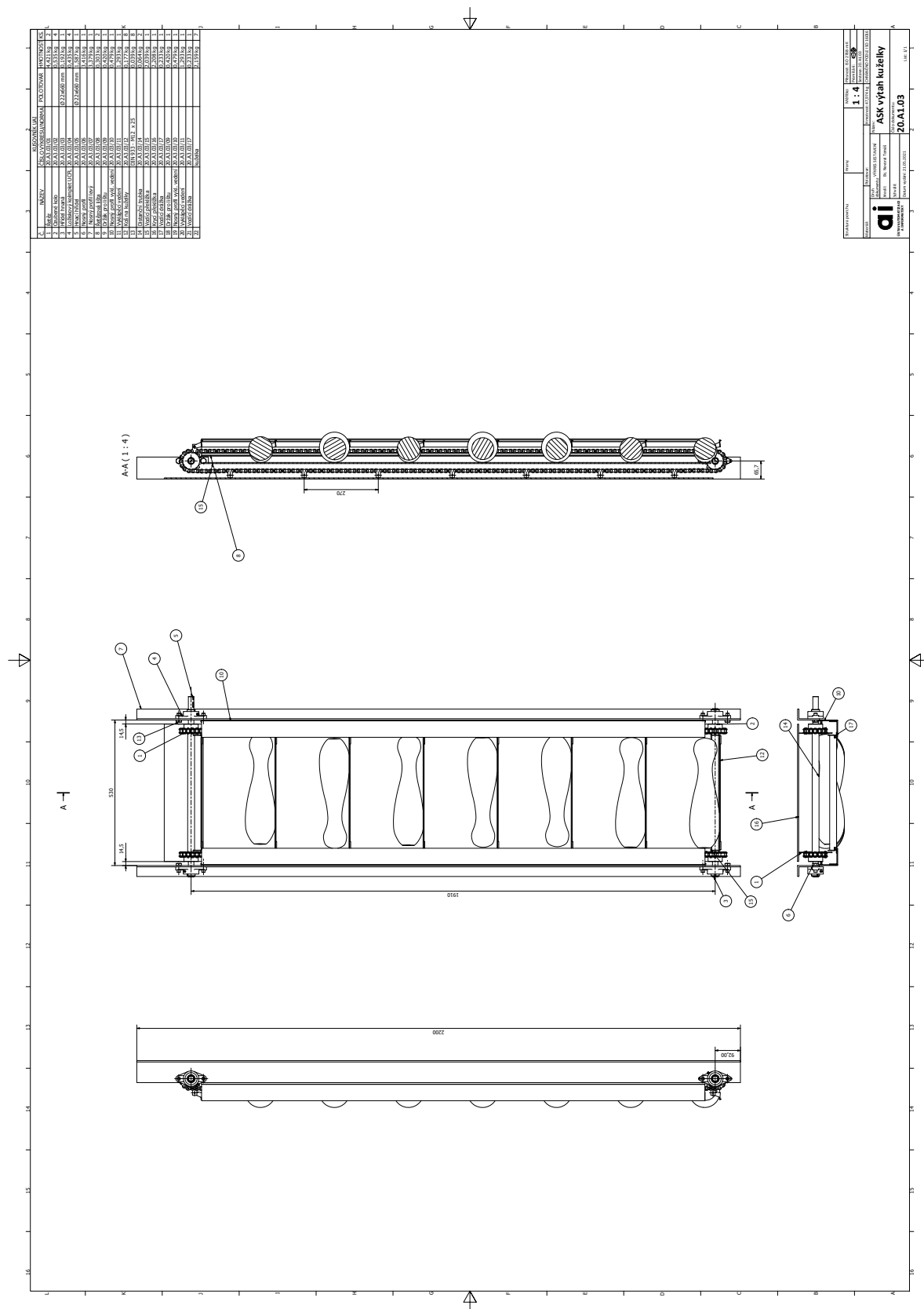


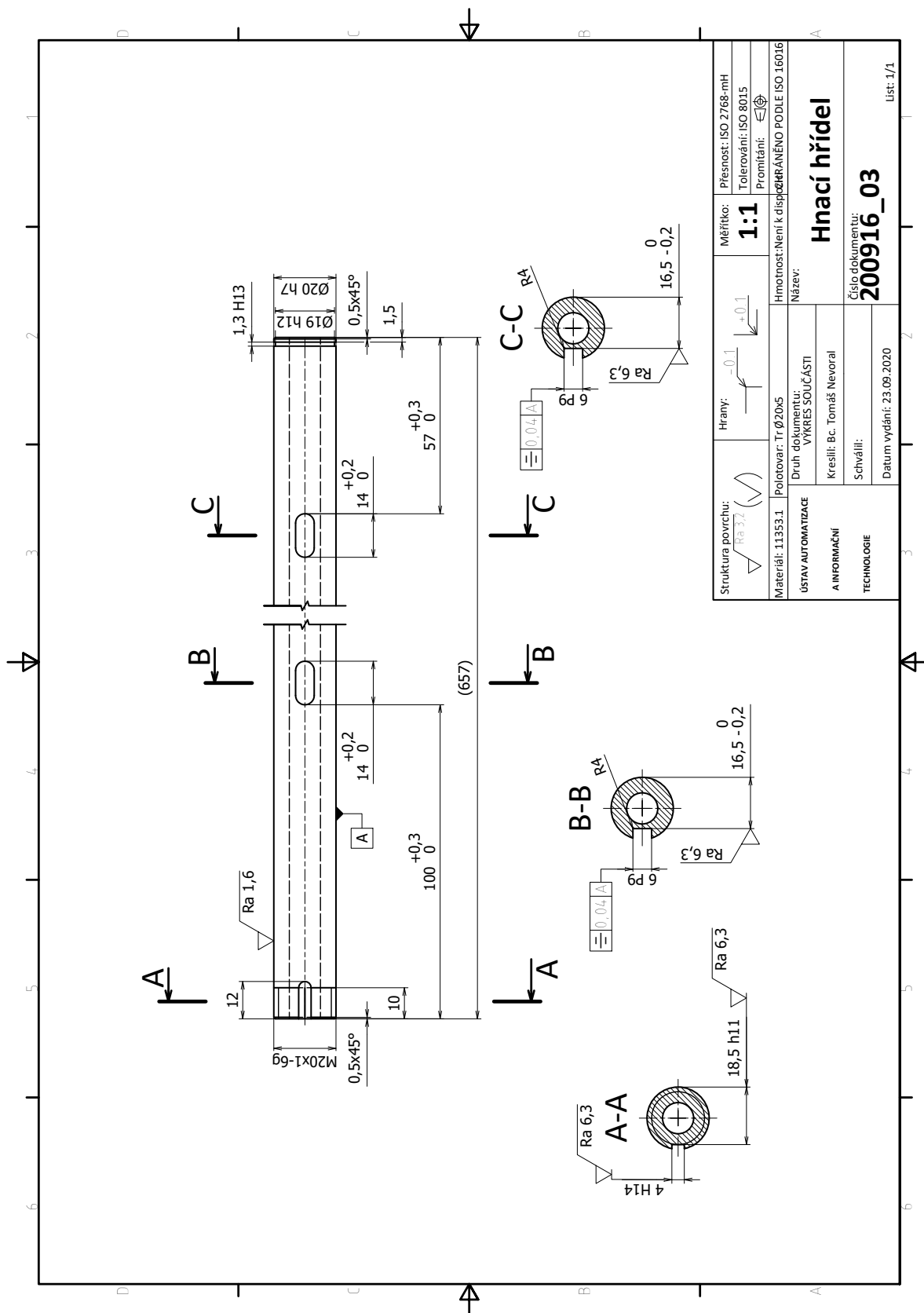




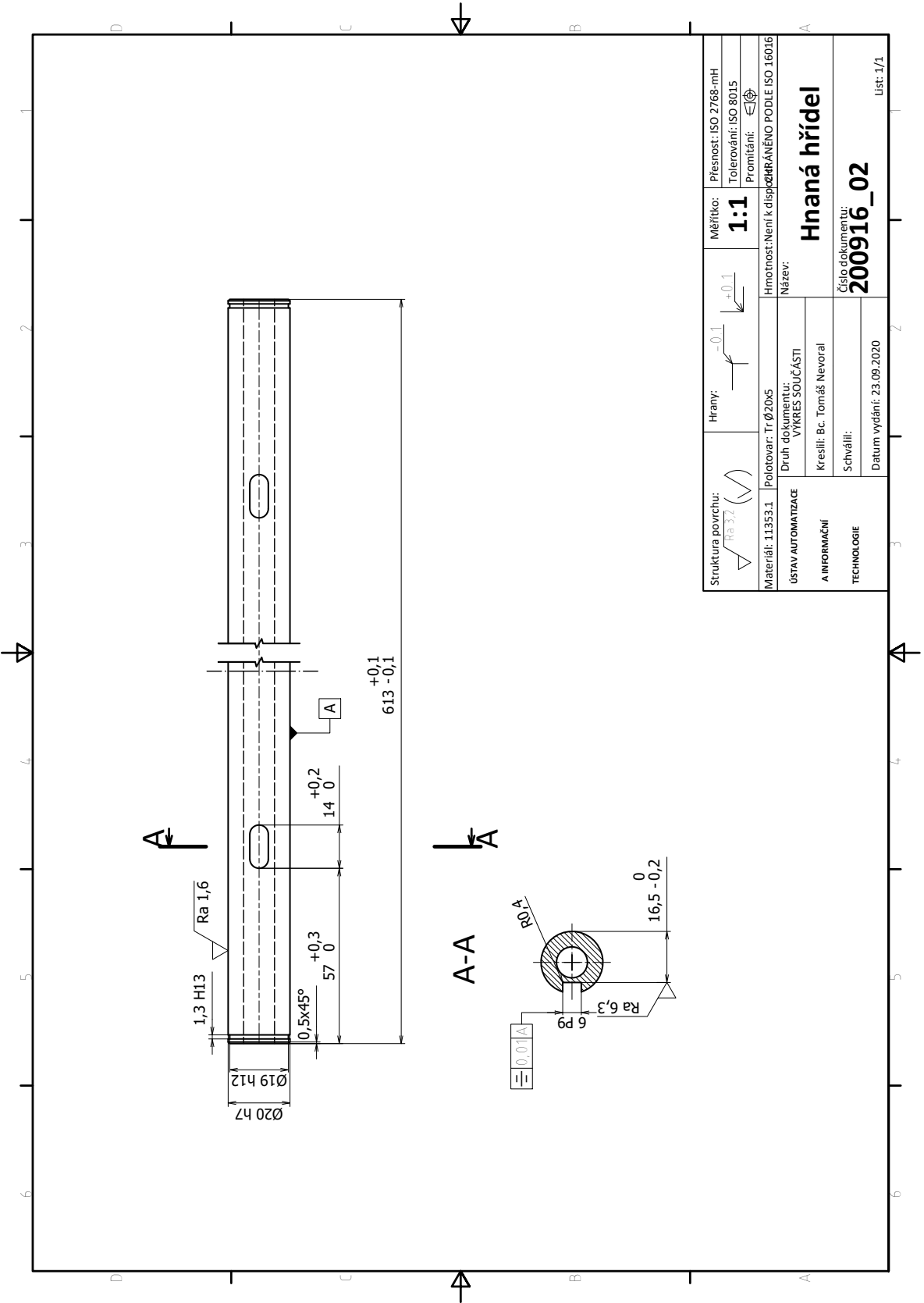


# F Sestavový výkres kuželkového výtahu

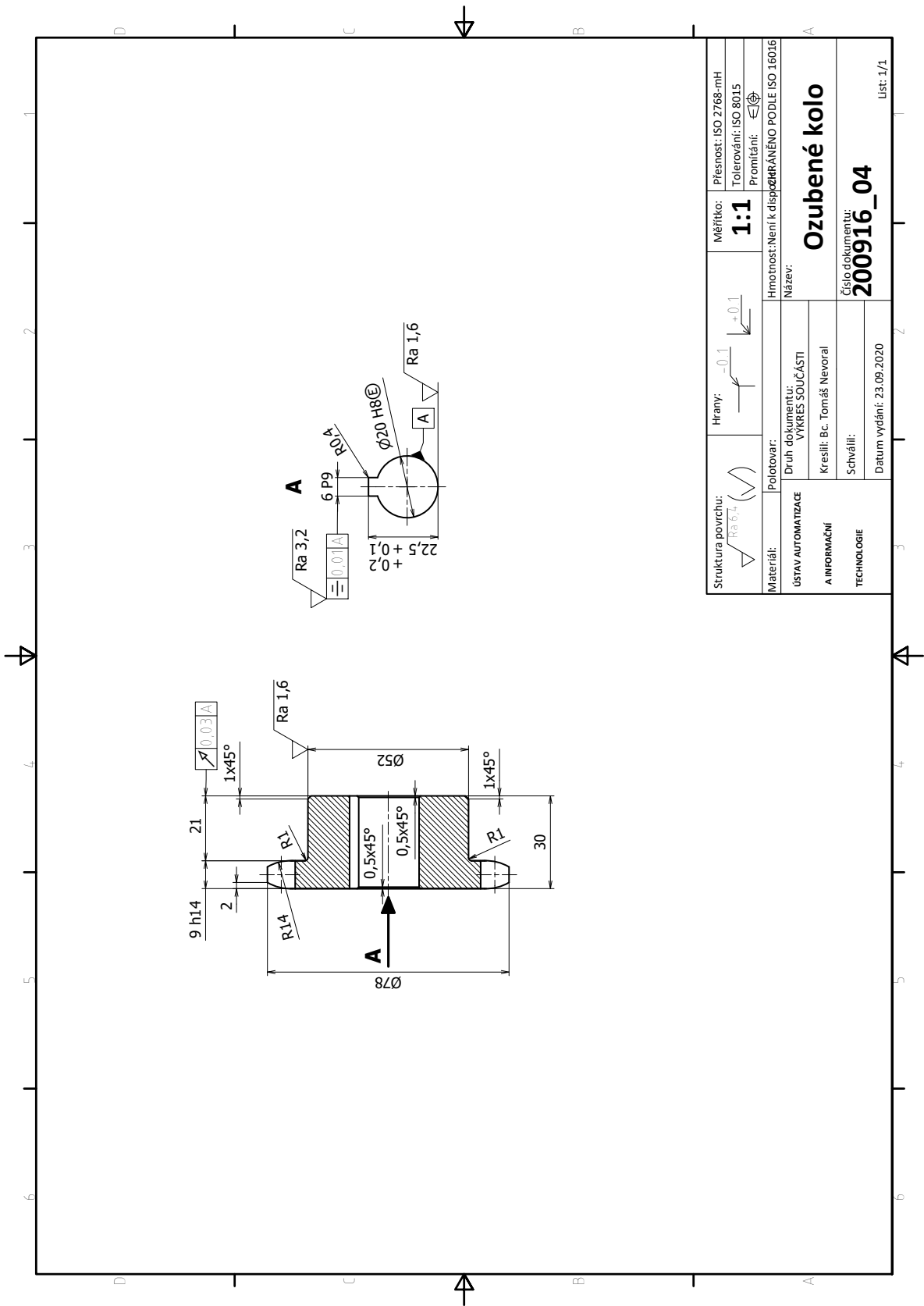









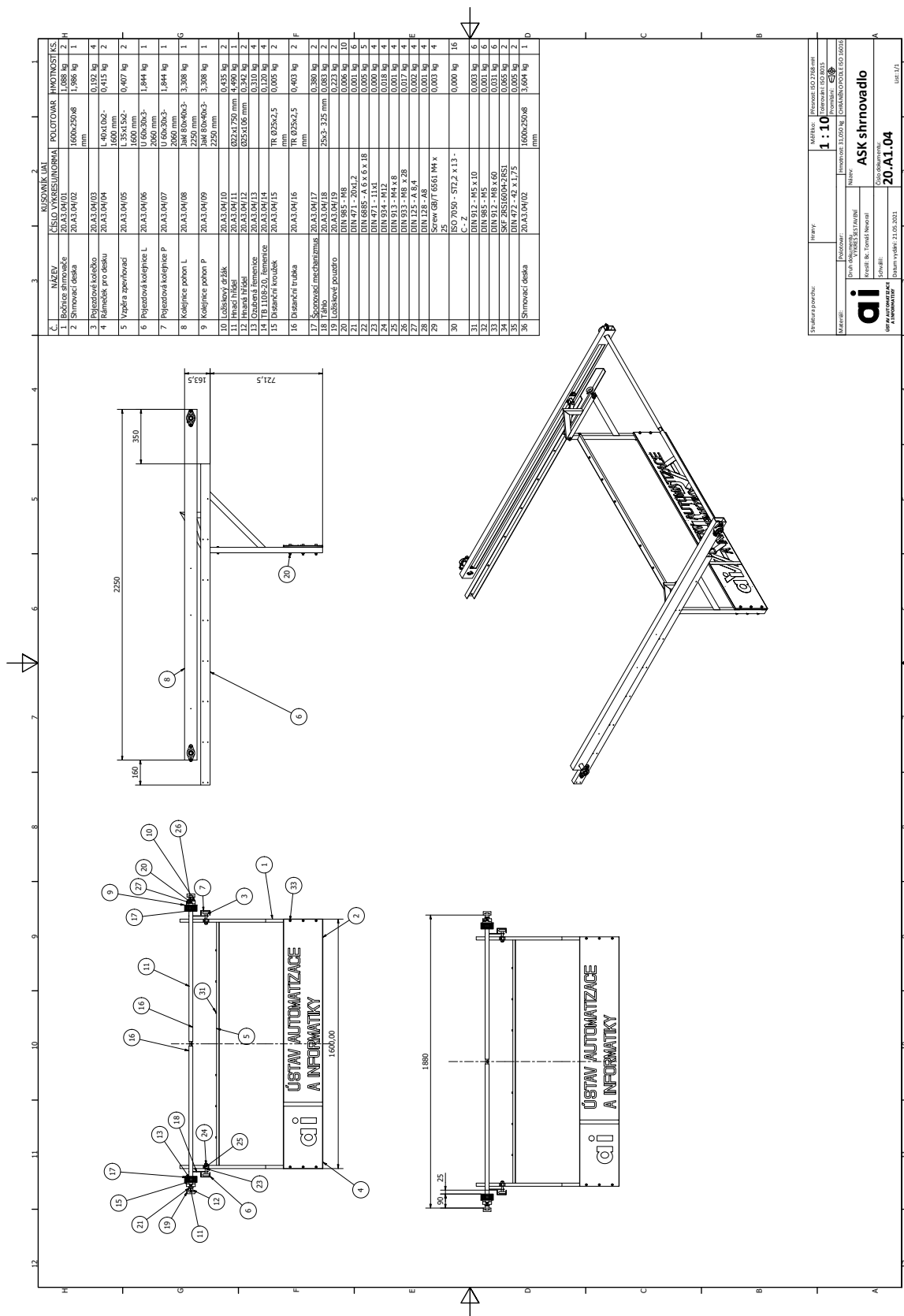


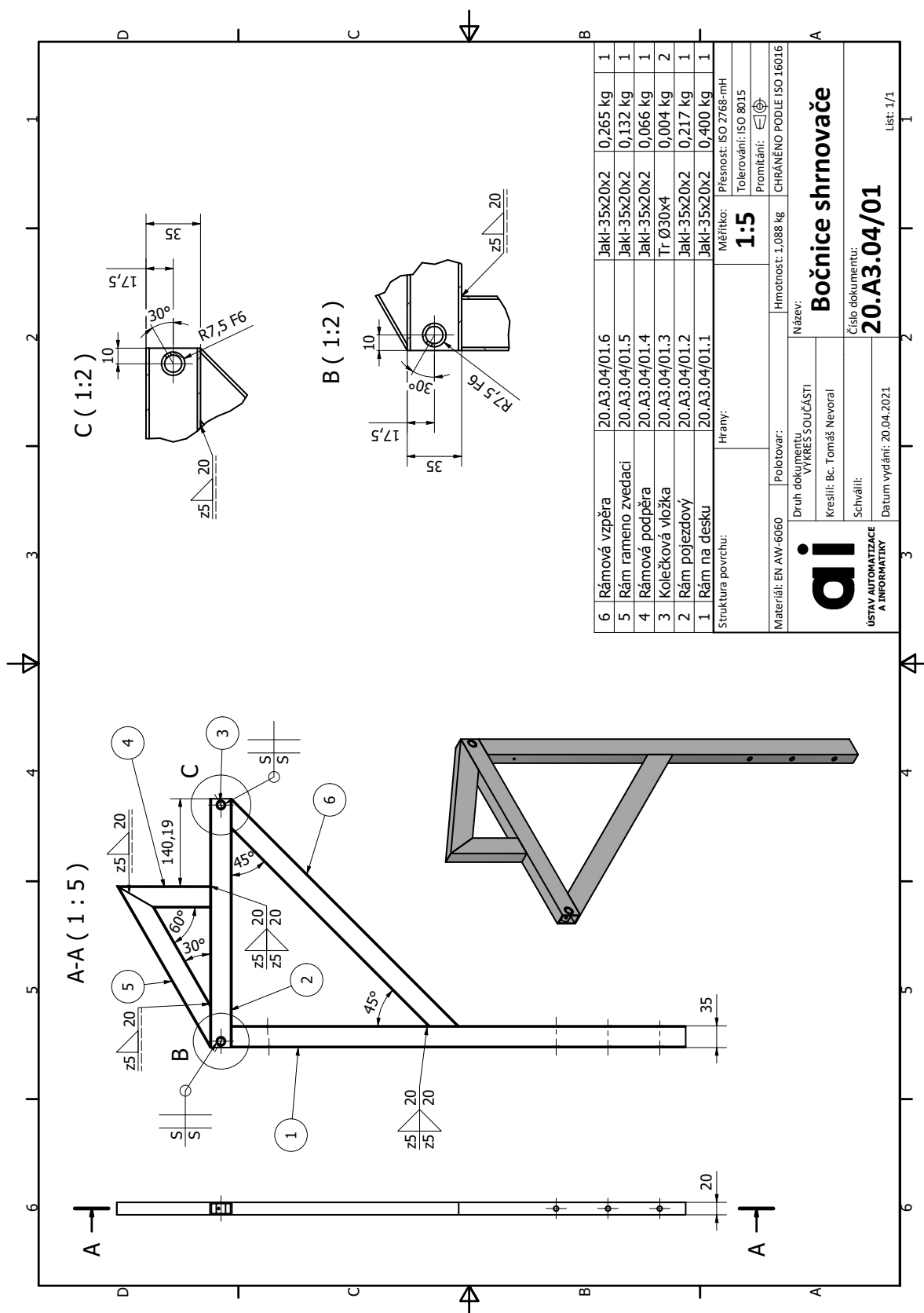
Struktura povrchu: ✓ Ra 3,2	Hrany: -0,1	Měřítko: 1:1	Přesnost: ISO 2768-mH Tolerování: ISO 8015 Promítání:
Materiál: 11353.1		Hmotnost: Není k dispozici	
Druh dokumentu: VÝKRES SOUČÁSTI		Název: Hnaná hřídel	
Kreslí: Bc. Tomáš Nevoral		Číslo dokumentu: 200916_02	
Schválí:		Datum vydání: 23.09.2020	
TECHNOLIE		Líst: 1/1	

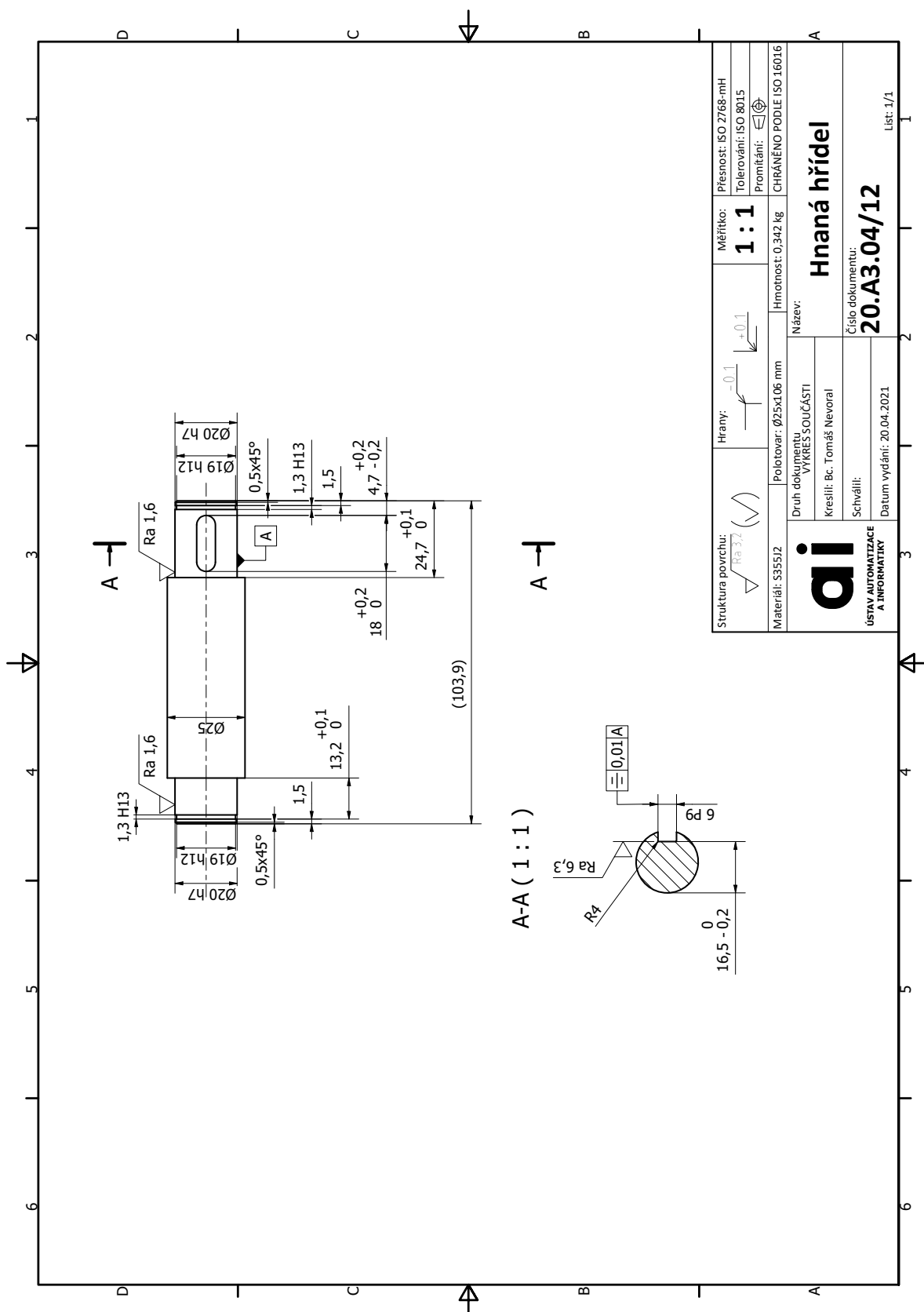






Struktura povrchu: 	Hrany: 	Měřítka: <b>1:1</b>	Přesnost: ISO 2768-mH Tolerování: ISO 8015 Promítání: 
	Hmotnost: Není k dispozici		
	Název: <b>Ozubené kolo</b>		
	Druh dokumentu: VÝKRES SOUČÁSTI		
	Kreslí: Bc. Tomáš Nevoral		
	Schválí:		
	Datum vydání: 23.09.2020		
	Číslo dokumentu: <b>200916_04</b>		
	Líst: 1/1		

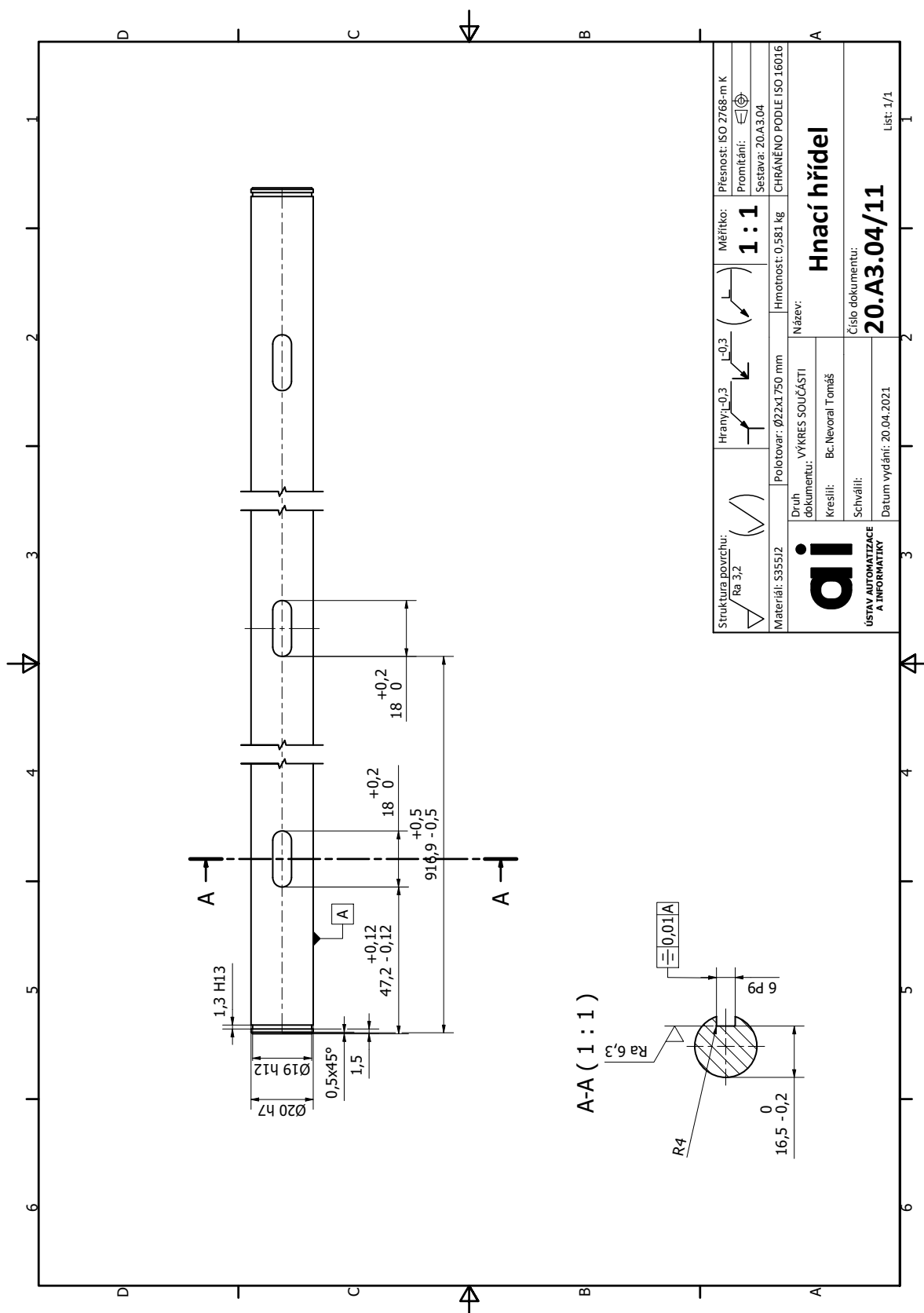
# G Sestavový výkres shrnovací desky

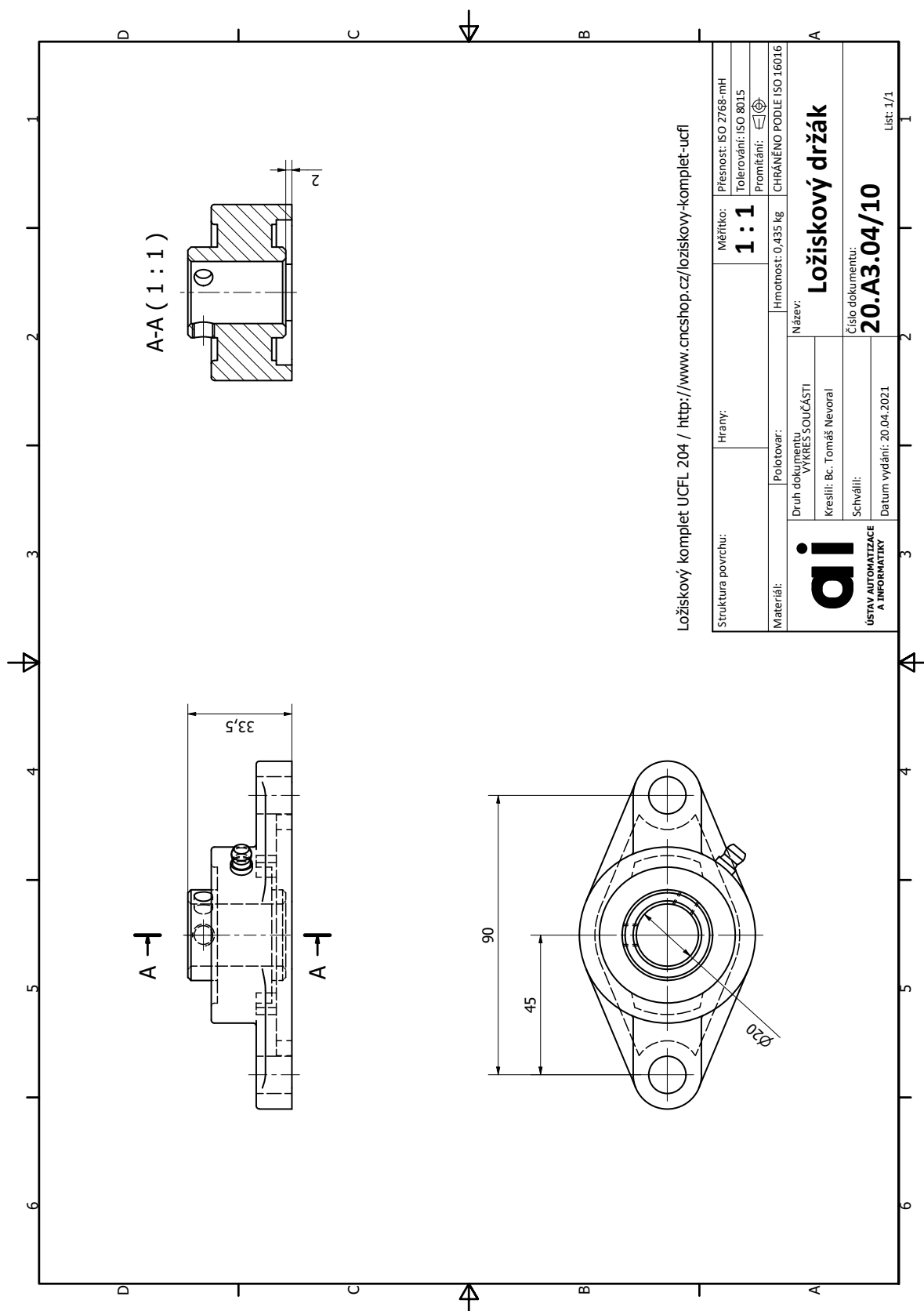


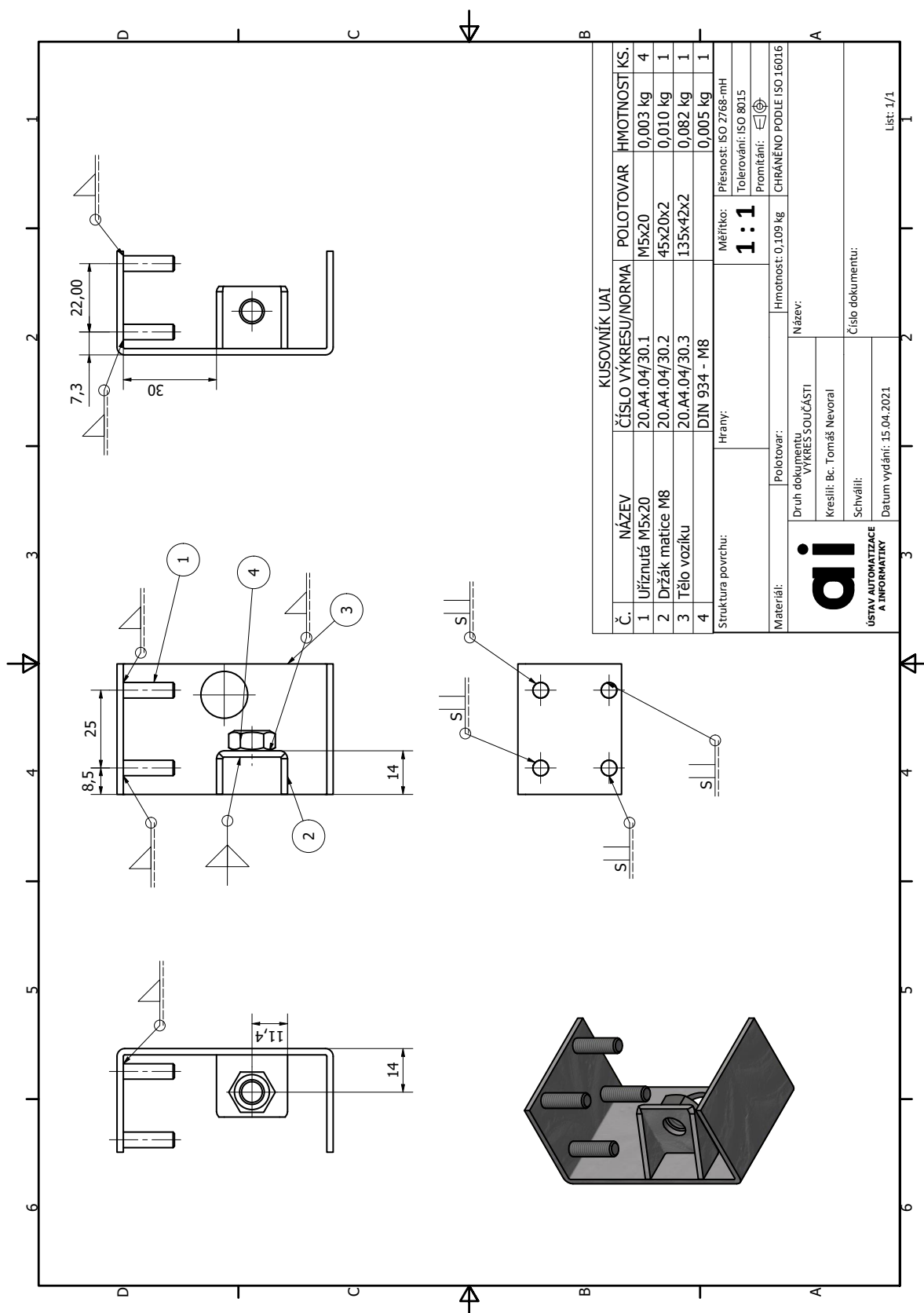




Struktura povrchu: <div> Ra 3,2</div>	Hrany: <div> -0.1 +0.1</div>	Měřtko: <b>1 : 1</b>	Přesnost: ISO 2768-mH Tolerování: ISO 8015 Promítání: 		
Materiál: 535512	Polotovár: Ø25x106 mm	Hmotnost: 0,342 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016		
	Druh dokumentu: VÝKRES SOUČÁSTI			Název: <b>Hnaná hřídel</b>	
	Kreslí: Bc. Tomáš Nevoral				
Schválí:					
Datum vydání: 20.04.2021				Číslo dokumentu: <b>20.A3.04/12</b>	
<div><div>ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY</div></div>		List: 1/1			

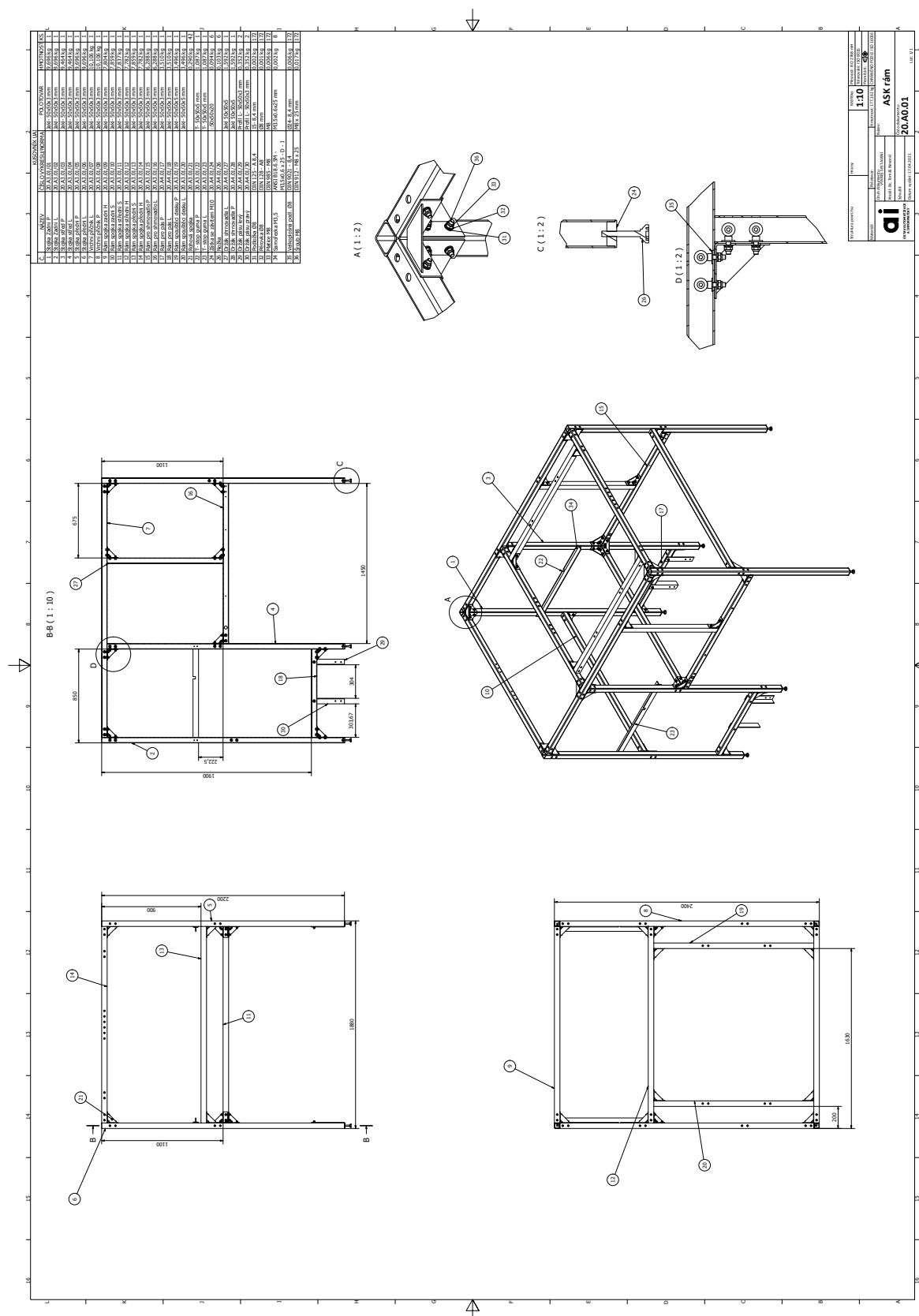








## H Sestavový výkres rámu automatu



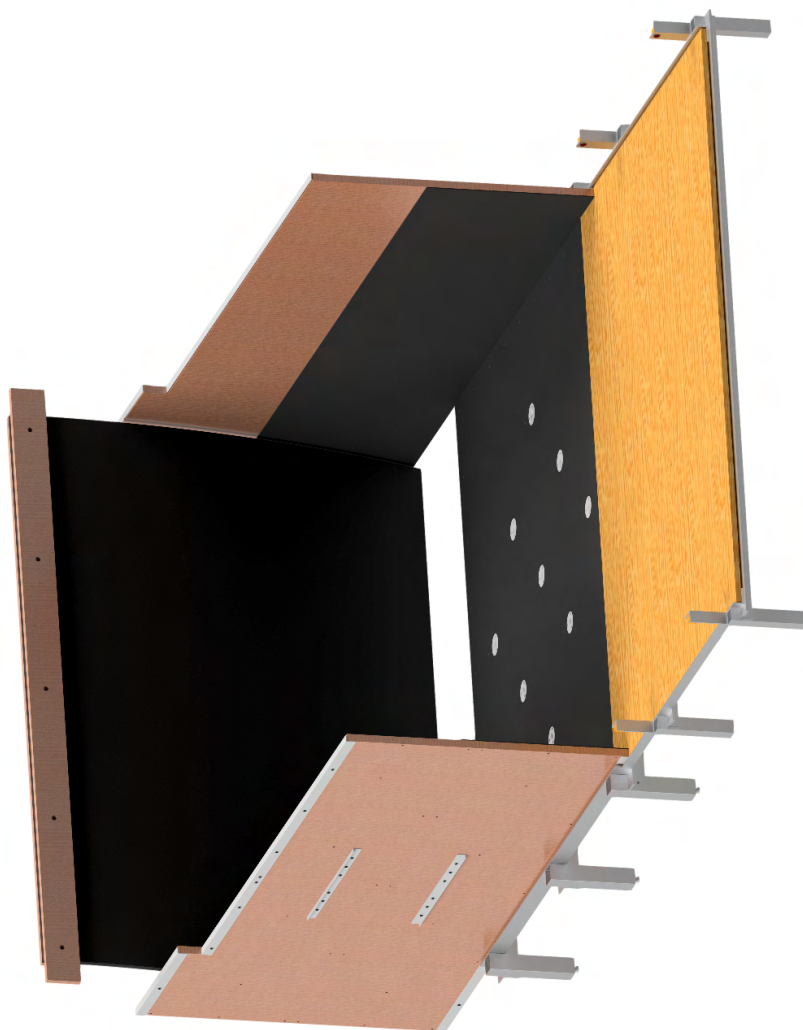


# I Rendrovaný obrázek současného ASK





## J Rendrovaný obrázek bočnic ASK





## K Rendrovaný obrázek shrnovací desky ASK







## L Rendrovaný obrázek kuželkového výtahu ASK





## M Rendrovaný obrázek dopravníkového pásu ASK







## N Rendrovaný obrázek testovací dráhy se senzory ASK



## O Rendrovaný obrázek revolvérového zásobníku ASK

